

# RADIO

17e JAARGANG  
16 DEC. 1969

f 1,25

# ELECTRONICA

# 24

ONAFHANKELIJK TIJDSCHRIFT VOOR PRAKTISCHE ELEKTRONICA

VERSCIJNT TWEE-  
MAAL PER MAAND

**FILTERS  
zonder  
SPOELEN**

**KLEUREN  
MAGNETOSCOOP**

**VIERKANTSGOLF  
GENERATOR**

**STEREO-  
BASISREGELING**

**LOGARITHMISCHE  
VERHOUDINGS-  
METER**

**Zo goed als alles  
over trafo's  
en smoorspoelen**



*Dag meneer  
van der Horst ...  
(foto: Hendriks,  
Deventer)*

Een  
impulsgenerator  
om mee weg te lopen...

## Philips PM 5770

Uiterst compact en licht in gewicht is de Philips PM 5770, een impulsgenerator om vlot mee weg te lopen. Ook aan de prijs hoeft — gezien het brede toepassingsgebied — niet zwaar getild te worden. In wetenschappelijke en bedrijfs-laboratoria, op productie- en service-afdelingen, bij overheids- en onderwijsinstellingen . . . vrijwel overal is de PM 5770 zijn plaats en zijn geld dubbel en dwars waard. Veelzijdig! Geschikt voor telecommunicatie en datatransmissie.

Voor computer- en andere digitale technieken. Voor radar, televisie, kernfysica. Voor research op het gebied van onderdelen en geïntegreerde schakelingen. En voor nog talloze toepassingen meer. Zie wat Philips realiseerde in een precisie-instrument met ongeveer de helft van het gangbare formaat en gewicht: frequentiegebied 1Hz . . . 100MHz, stijg/afvaltijden 4 ns . . . 100  $\mu$ s, amplituden 30mV . . . 10V, impulsbreedte/vertraging 5 ns . . . 100ms, omkeerbare polariteit, externe triggering, single shot,

gate input, sync output, dubbele impulsen, DC offset . . . Ziet u! Een instrument om even zeer aandachtig bij stil te staan. Uw impuls om meer informatie aan te vragen hoeft u niet te onderdrukken. Bel of schrijf naar:

Philips Nederland n.v.,  
Groep Laboratorium-Instrumentatie,  
Eindhoven.  
Tel. 040-433333, toestel 82808.



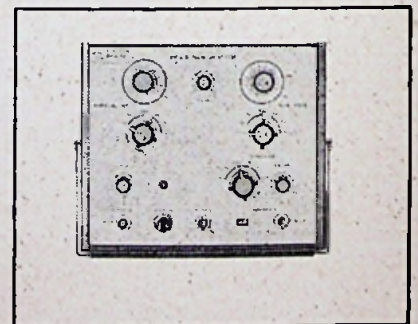
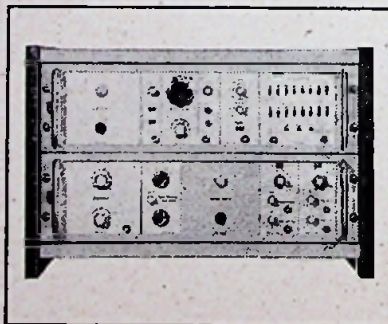
LABORATORIUM-INSTRUMENTATIE

**Philips impulsgeneratoren:**  
het gehele impulsgebied nu met  
perfectie bestreken!

**PM 5711:** bijzonder voordelig  
instrument voor algemeen gebruik;  
frequentiegebied 3Hz . . . 3MHz.  
f. 1250.— (excl. O.B.)

**PM 5720-40:** uiterst flexibel opbouw-  
systeem voor speciale toepassingen.

**PM 5770:** compact apparaat  
van topklasse voor algemeen gebruik  
en een groot aantal speciale  
toepassingen; bijzonder aantrek-  
kelijke prijs. f. 4400.— (excl. O.B.)



# PHILIPS

## BETALING ABONNEMENT 1970 f 20,80

Geachte abonnees

Verreweg de meesten van U hebben er voor 1969 de voorkeur aan gegeven het abonnementsgeld per giro te voldoen. In de loop van deze maand zullen wij U een stortings-overschrijvingskaart toezenden voor het abonnementsgeld 1970. Daar het disponeren per post een omslachtige en tijdrovende bezigheid is en het U bovendien f 1,—

extra aan incasso en administratie kost, adviseren wij U — ook indien U niet over een eigen postgirorekening beschikt — bij uw betaling uitsluitend gebruik te maken van de U toegezonden kaart. Wij zullen het zeer op prijs stellen uw betaling vóór 31 januari a.s. te mogen ontvangen en danken U hiervoor.

Administratie Radio Electronica

**RADIO**  
**ELECTRONICA**

16 DEC. 1969

### N.V. UITGEVERSMIJ. Æ. E. KLUWER

Polstraat 10-12 - Postbus 23  
DEVENTER - Tel. 0 5700 - 7 44 11  
GIRO 86 12 21

#### BANKRELATIES:

Algemene Bank Nederland N.V., Deventer  
Amro Bank N.V., Deventer

jaarabonnement . . . . . f 20,80 (incl. 4 % O.B.)  
buitenland . . . . . f 24,- per jaar  
losse nummers . . . . . f 1,25 (incl. 4 % O.B.)

Luchtposttarieven op aanvraag

De in Radio Electronica opgenomen schema's en bouwbeschrijvingen zijn uitsluitend bestemd voor huishoudelijk en experimenteel gebruik - (octrooiwet)

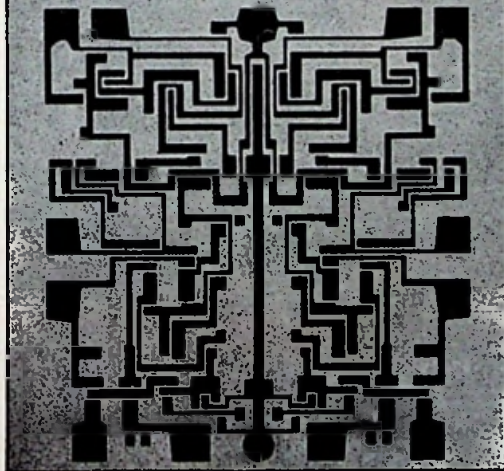
#### HOOFDREDACTIE: W VAN DER HORST

Medewerkers in Nederland en België o.m.:

W. de Boeck	H. J. v. d. Heide	G. R. Richter
W. M. G. v. Bokhoven	G. A. H. Hesp	R. Rooman
A. Callewaert	Th. v. d. Heuvel	C. F. Ruyter
H. E. Charlouis	Th. J. M. Hille	J. M. Scholte
D. C. van Diedenhoven	F. Hofma	D. Sleeman
W. W. Diefenbach	W. Jak	W. Stevens
C. L. Doesburg	J. H. Jansen	H. Vlutters
R. Y. Drost	H. Jekel	S. Vonk
R. Everaert	M. Leeuwijn	P. Vijzelaar
A. van Eyk	W. M. van Loock	H. A. O. Wilms
C. A. J. v. d. Geer	C. v. d. Maal	P. v. d. Wyngaert
A. Groenendijk	W. Olthoff	H. J. van Zwolle

Verkrijgbaar bij stationskiosken, boek- en radiohandelaren  
Verschijnt tweemaal per maand

**RAYTHEON**



### Integrated Circuits

**DTL Circuits**  
200 Serie, 930 Serie  
**TTL Circuits**  
RAY I Serie, RAY II Serie,  
RAY III Serie.  
**Complexe Circuits**  
**Lineaire Circuits**  
M.S.I. 54/74 Serie

Behuizing:  
TO-5, Dual in line, Flat  
package  
Voorraad Amsterdam:  
700 Serie, TO-5 en D.I.L.  
930 Serie D.I.L.



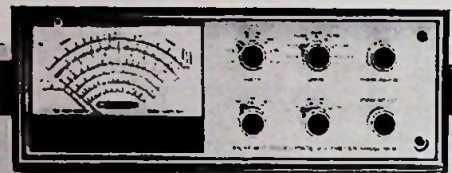
**KOOPMAN & CO ELECTRONICA N.V.**  
Stadhouderskade 6, Amsterdam, Tel. 020-182821, Telex 11273

### In dit nummer :

Dag meneer van der Horst . . . . .	967
Vierkantsgolfgenerator . . . . .	969
Stereo-basisregeling - dl. 2 . . . . .	971
Filters zonder spoelen - dl. 2 . . . . .	975
Logaritmische verhoudingsmeter - dl. 2 . . . . .	978
Kleurenmagnetscoop - IVC800 . . . . .	981
Zo goed als alles over trafo's en smoorspoelen - dl. XI . . . . .	985
Versterkers en oscillatoren berekend met vierpool- parameters - dl. 3 . . . . .	987
Meettip 5: Welke vervangingschakeling bij capaci- teitsmeting? . . . . .	990
Gelijkstroommotoren, een verrassende come-back .	995
Nieuws voor handel en industrie . . . . .	996/7

# een groots en betrouwbaar programma...

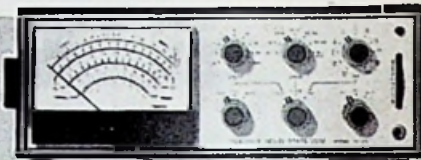
IM - 16 Transistor Voltmeter  
batterij- en netvoeding  
AC-DC-Ohm 0.5-1500V  
f 305.- bouwset f 370.- bedrijfsklaar



IM - 17 Transistor Voltmeter  
batterijvoeding AC-DC-Ohm 1-1000V  
f 155.- bouwset f 195.- bedrijfsklaar



IM - 25 Transistor Universeel Voltmeter  
batterij- en netvoeding  
AC-DC-Ohm 0.5-1500V  
15 microA-1,5A  
f 540.- bouwset f 625.- bedrijfsklaar



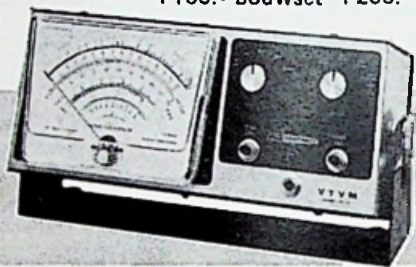
IM - 18D Buisvoltmeter  
AC-DC-Ohm 1-1500V  
f 139.- bouwset  
f 197.- bedrijfsklaar



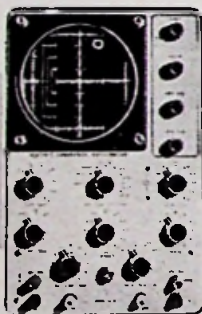
IM - 21E  
L.F. Millivolt- Buisvoltmeter  
10mV-300V 10Hz-500KHz  
f 325.- bedrijfsklaar  
f 270.- bouwset



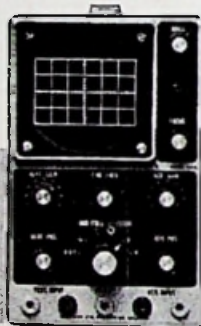
IM - 13E Buisvoltmeter  
AC-DC-Ohm 1-1500V  
f 199.- bouwset f 255.- bedrijfsklaar



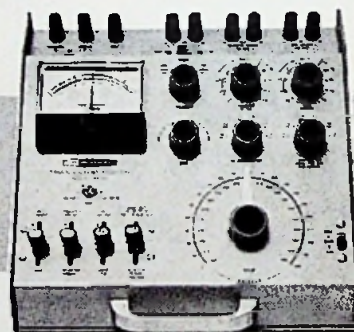
10 - 18 Service Oscilloscoop  
8Hz-5MHz  
f 439.- bouwset  
f 560.- bedrijfsklaar



f 325.- bedrijfsklaar  
f 270.- bouwset

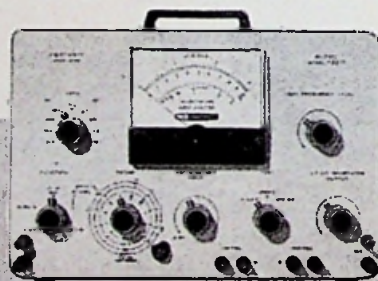


IM - 36 Lab. Transistor-Tester  
f 445.- bouwset f 595.- bedrijfsklaar



OS - 2U Oscilloscoop 2Hz-3MHz  
f 410.- bouwset f 490.- bedrijfsklaar

IT - 12E  
Signaalzoeker  
f 158.- bouwset  
f 225.- bedrijfsklaar



IM - 48 Audio Analisator  
BVM-Wattmeter-Intermod. meter  
f 510.- bouwset f 645.- bedrijfsklaar

IM - 12E Harmonische Vervormingsmeter  
f 418.- bouwset f 528.- bedrijfsklaar



**INTERNATIONAL ELECTRONICS COMPANY**

AMSTERDAM Weerdestein 205 Tel. 441666 • BRUSSEL Gasthuisstr. 20-24 Tel. 02./13.05.08

# HEATHKIT®

met fabrieksgarantie

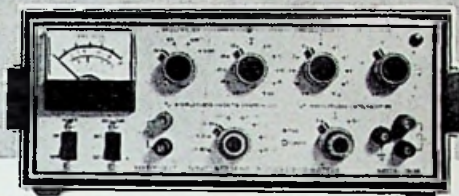
IG - 72E Toongenerator  
10Hz-100KHz

f 310.- bouwset  
f 390.- bedrijfsklaar



IG - 18  
Sinus-Vierkants-  
golfgenerator  
1Hz-1MHz

f 478.- bouwset  
f 610.- bedrijfsklaar

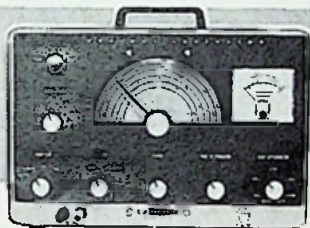


IG - 102E  
Meetzender  
100KHz-220MHz

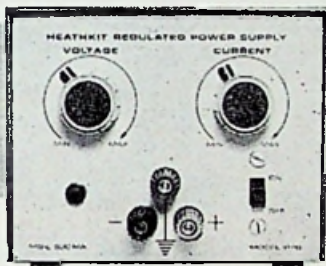


IG - 42E Meetzender  
100KHz-31MHz

f 445.- bouwset f 575.- bedrijfsklaar



IP - 18 Voeding 1-15V 0,5A f 150.- bouwset  
gestab. en regelbaar f 190.- bedrijfsklaar

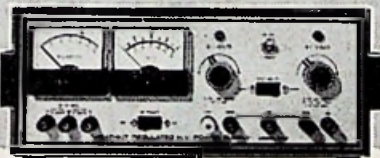


f 210.- bouwset  
f 265.- bedrijfsklaar



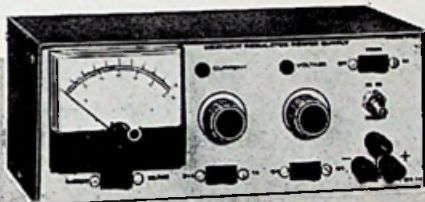
IP - 17 Universeelvoeding 0-300V  
gestab. en regelbaar

f 395.- bouwset f 448.- bedrijfsklaar



IP - 12E Accu-Voeding regelbaar  
0-8V/10A 0-16V/5A

f 345.- bouwset f 400.- bedrijfsklaar



IP - 28 Voeding 1-10V en 1-30V  
0,1A en 1A gestab. en regelbaar

f 345.- bouwset f 435.- bedrijfsklaar

IP - 27 Voeding 0,5-50V 1,5A  
gestab. en regelbaar

f 510.- bouwset f 590.- bedrijfsklaar

wij stellen gratis  
de 64 pag. heathkit  
catalogus met  
prijslijst  
beschikbaar.

Bon voor TECHNISCHE HEATHKIT INFORMATIE

naam .....

adres .....

plaats ..... tel. ....

• industrie • overheid • onderwijs • laboratoria • particulier  
U gelieve aan te geven in welke sector u werkzaam bent.

Ik ben geïnteresseerd in de techn. gegevens en het schema  
van type .....

# ➔ KOM VOOR UITGEKIEND **LAGE** **PRIJZEN NAAR VAN DITSHUIZEN'S** **GROOTHANDEL/CASH AND CARRY** **CENTRUM IN ZAANDAM**

## Cash and Carry: Uw eigen voordeel!

Op een royale 1250 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte kunt u een keus maken uit een groot assortiment electrotechnische artikelen tegen uitgekiend lage prijzen. Stel niet uit maar kom zo snel mogelijk met de wagen langs. Wij zijn ook 's maandags de gehele dag open!

## Eigen parkeerplaats

Er is een eigen parkeerplaats pal naast de groothandel. Geen moeilijk gezocht naar een plaatsje. Tijdverlies is er bij ons niet bij!



## Via de Coentunnel

Voor Amsterdammers is Zaandam in 10 minuten te bereiken via de Coentunnel. Even gas (geven) en u bent er (al)!

## Ook eigen wagens

Bent u niet in staat zelf te komen? O.K. Van Ditshuizen levert ook aan huis met eigen wagens.



Attentie voor de Noordelijke provincies

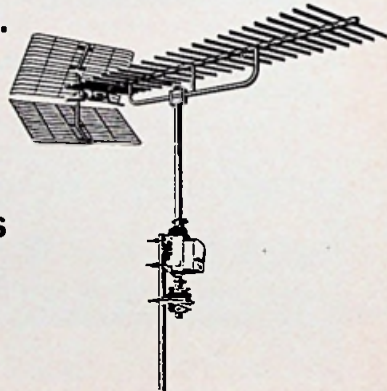
## VAN DITSHUIZEN OOK IN BEILEN

Ook daar dezelfde uitgekiend lage prijzen. Hetzelfde grote assortiment en de enorme keus!

## Van Ditshuizen levert o.a.

stolle apparatuur zoals:

- **VOEDINGSAPPARATEN**  
12, 24 en 240 volt
- **ROTOREN** vol- en halfautomaten
- **ANTENNES** alle typen
- **ANTENNEVERSTERKERS**  
voor alle kanalen
- **ANTENNEWISSELS**
- **C.A. SNOEREN**
- **AANSLUITSNOEREN**
- **COAXIAALKABELS**
- **STEREO-DIODEN-MICROFOONKABELS**
- **GEGALVANISEERDE** antennemasten, schuifmasten, muurbeugels isolatoren enz.



## ● **BLAUPUNKT** apparatuur

- MAJA TV tafels • MAGICA keukens

## van ditshuizen's

**ELECTROTECHNISCHE GROOTHANDEL**

ZAANDAM - WESTZIJDE 112      BEILEN - KANAALWEG 25  
 TEL. (02980) 63786              TEL. (05930) 2678



## U kunt zéér hoge eisen stellen aan onze Magnetophon M5C studio-taperecorders



Want deze recorders zijn ontworpen om aan uw hoogste eisen te voldoen.

Voor toepassing in studio's van radio, televisie en schouwburg. En ook voor nasynchronisatie van films bijvoorbeeld!

Door rechtstreekse aandrijving geen geluidsvervorming. Versterkers uitgevoerd als insteekkaarten met silicium-planaar-transistoren.

tweespor en stereo. Met of zonder pilootsignaal. (ze zijn gemakkelijk om te bouwen).

De technische gegevens voldoen uiteraard ook aan de eisen die door de NOS worden gesteld.

Inlichtingen worden gaarne verstrekt door:  
AEG-Amsterdam  
Afd. Telefunken Componenten  
Tel. 020 - 78 55 11

**TELEFUNKEN**  
IMPORTEUR VOOR NEDERLAND: AEG - AMSTERDAM

De Magnetophon M5C recorders worden geleverd voor volspor,

# indicatiebuizen



## Nieuw

- met cijfers: ZM 1180  
met symbolen: ZM 1181
- minimale afmetingen
  - maximale symboolgrootte

## Hiervoor:

- Decoderings/stuurunit ZAB 51001  
BCD-decodering in 8-4-2-1-code
- inbouwdiepte slechts 20 mm

## Componenten van Siemens

Wilt U nadere  
documentatie?  
Bel U even 070-624041,  
Groep Componenten



# GIGANTISCH



**zijn de voordelen van onze  
spuitbussen voor toepassing  
in de elektronica!!**

**GOLDEN  
DISC CLEANER \***

grammofoonplaten afspelen zonder ruis door stof en met minder slijtage.

**FREEZA \***

bliksemsnel de lastige „af en toe“ fouten vinden in een elektronische schakeling.

**KONTAKT  
KLEENA \***

uw schakelaarkontakten en potentiometers weer feilloos door een veilige reiniger. (anti-static.)

**E.H.T. SEELA**

tegen sproei- en coronaverschijnselen bij TV-hoogspanningstrafo's en voor het „sealen“ van antenneverbindingen buiten.

**DUSTA \***

het zuiverste gas om uw fijnste apparatuur te reinigen (horloges, camera's, miniatuuronderdelen, enz.).

\* niet ontvlambaar.

Vraagt of uw leverancier ze heeft of informeer direct bij de importeur.

**VAN  
REIJSSEN  
DELFT**

**POSTBUS 213 - TEL. 01730 - 3 09 40  
GASTHUISLAAN 214 - TELEX 32624**

# gallium arsenide

Techmation  
heeft nu uit voorraad  
beschikbaar

Rood-, oranje-, groen-,  
en IR- emitters,  
Cijfer indicatoren,  
Coupled pairs-  
(lichtdiode-fotocel),  
Laser arrays,  
Laser modulators.

Vraag volledige  
documentatie  
Uw prijslijst ligt klaar!

**TECHMATION**

Gebouw 64  
SCHIPHOL-OOST  
Telefoon 020-17 37 27

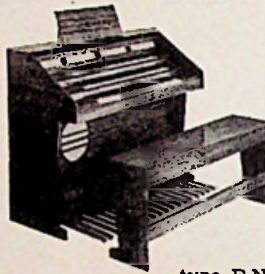


gedrukte schakelingen

**K. S. DJIE NV.**

VERTEGENWOORDIGINGEN & IMPORT  
ELECTRONISCHE ONDERDELEN

BOVENKERKERWEG 37 • AMSTELVEEN • POSTBUS 19 • TEL. 02964-16222 • TELEX 13137



type F.N.T.

**TYPE F.N.T.** 3 x 5 oktaven klavier, 9 voetmaten per klavier, 30-tonig pedaal, 7 voetmaten, waaronder een 32', 58 registers.

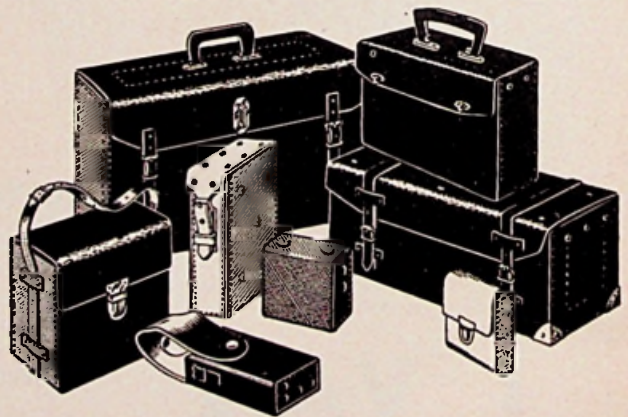
Vraagt geïllustreerde prospectus. Alleenverk. voor Nederland. **ELEKTRONISCH ORGEL IMPORT Dr. BÖHM.** Showroom: de Rade 146, Den Haag, Tel. 67 69 76

**NIEUW!**

Nu een 3 klavieren elektronisch-transistor orgel, systeem Dr. Böhm. Als bouwpakket geheel compleet, met bouwschema en beschrijving.

**TYPE D.N.T.** 2 x 5 oktaven klavier, 8 voetmaten per klavier, 30-tonig pedaal, 5 voetmaten, 54 registers.

## GEREEDSCHAPTASSEN APPARATENTASSEN

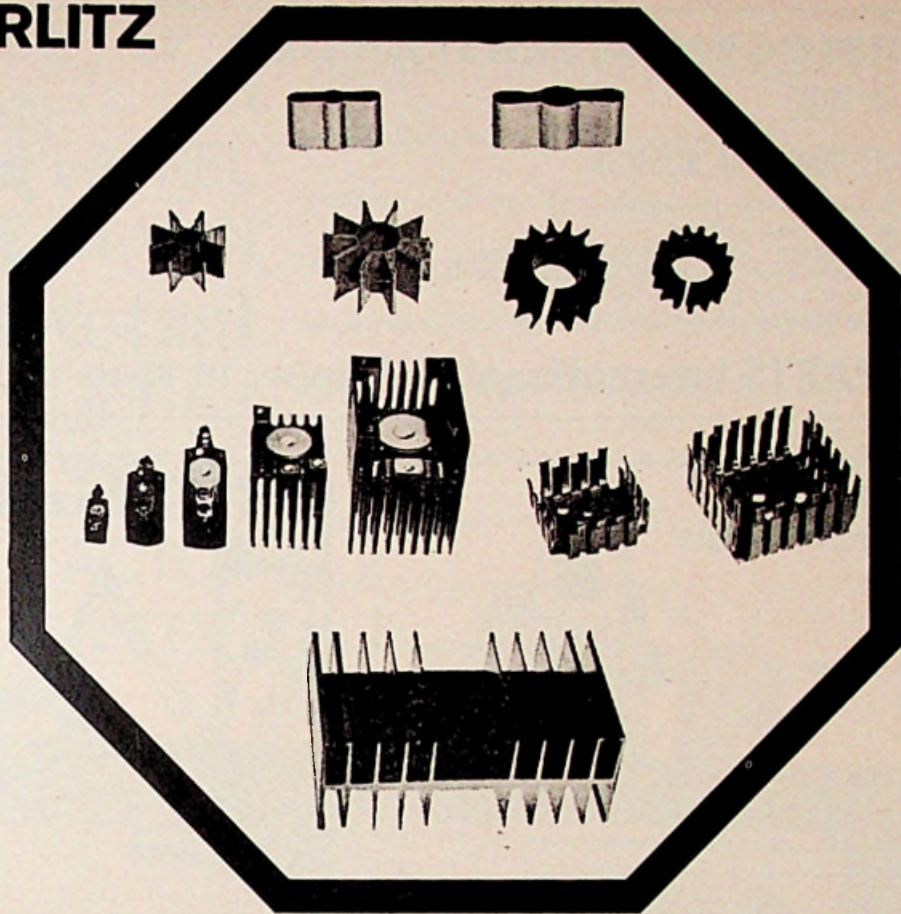


**Fa. C. de Swart & Zn., Rijen**

TECHN. LEDERWARENFABRIEK

Tel. 01692 - 2281

# AUSTERLITZ



## Waarom Austerlitz koelelementen?

Zeer breed programma, dus grotere keus  
Kleine afmetingen door betere thermische impedantie  
Elke gewenste boring mogelijk  
Meeste typen uit voorraad leverbaar

### Daarom!

Zenden wij U op aanvraag uitvoerige documentatie

**DIODE**

**LABORATORIUM VOOR  
ELECTRONENTECHNIEK**

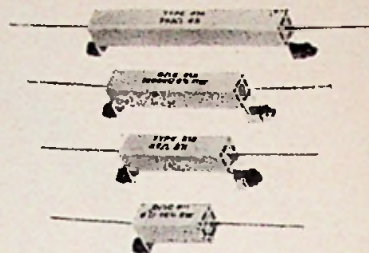
HOLLANTLAAN 22 - UTRECHT - TEL. 030-884214

# VERMOGENSWEERSTANDEN van DIPLOHMATIC

LAAG IN PRIJS

UIT VOORRAAD RIJSWIJK

- onbrandbaar (keramiek)
- vermogen 5 - 40 W
- waarden 1,8  $\Omega$  tot 100 k $\Omega$  (E12-reeks)
- ook draden aan één zijde voor verticale montage
- prijs vanaf f 0,46 bij 100 stuks
- vrijblijvend monster verkrijgbaar



**AIR-PARTS International N.V.** Haagweg 149, Rijswijk (Z.H.). Tel. (070) 98 93 92

## MAKUPORT BATTERIJVANGERS

MK-9 f 12,95  
MK-6 f 16,75



MAKUPORT ELECTRONICS NV - HAARLEM  
TEL. 31 28 49 - HARMENJANSWEG 1

Scherpe vergroting - juiste belichting!



## DAZOR-werkloupe

in elke gewenste stand verstelbaar. Beide handen vrij voor het werk. Ingebouwde TL-verlichting. Spaart de ogen, vooral bij zeer fijn werk!



Vraag inlichtingen en folder aan de alleenimporteur

VEZA HANDELMAATSCHAPPIJ N.V.

PALMGRACHT 71  
AMSTERDAM TEL 020-248034

## SCHADOW K.G.

Druktoetschakelaars met centraal-bevestiging voor frontplaten 0,5 tot 5 mm. 2 tot 10 omschakelcontacten en/of netschakelaar 4 A 250 V

bouwsteen	maat „a”
F2u	40,5 mm
F4u	52,5 mm
F6u	64,5 mm
F8u	76,5 mm
F10u	88,5 mm

netschakelaar	
NE15/F	46,5 mm
2u + NE 15/F	58,5 mm
4u + NE 15/F	70,5 mm

Frontringen:  
zwart of grijs

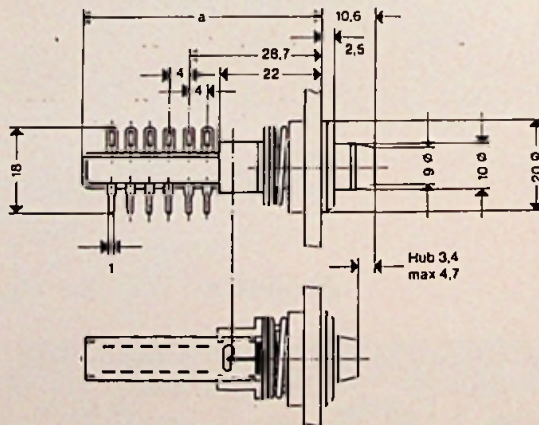
Tweekleurige knoppen:  
wit/zwart of rood  
rood/zwart of grijs  
zwart/rood of grijs

Functies:

oA = impulstoets  
EE = drukken, drukken uit.

## TECHNISCH BUREAU UYLENBURG

HAARLEM - Postbus 176 - Tel. 023 - 31 57 09



# EENVOUDIG EN SUPERSNEL METEN VAN d-totaal MET DE MARCONI TF 2331 DISTORSIE-FACTOR METER

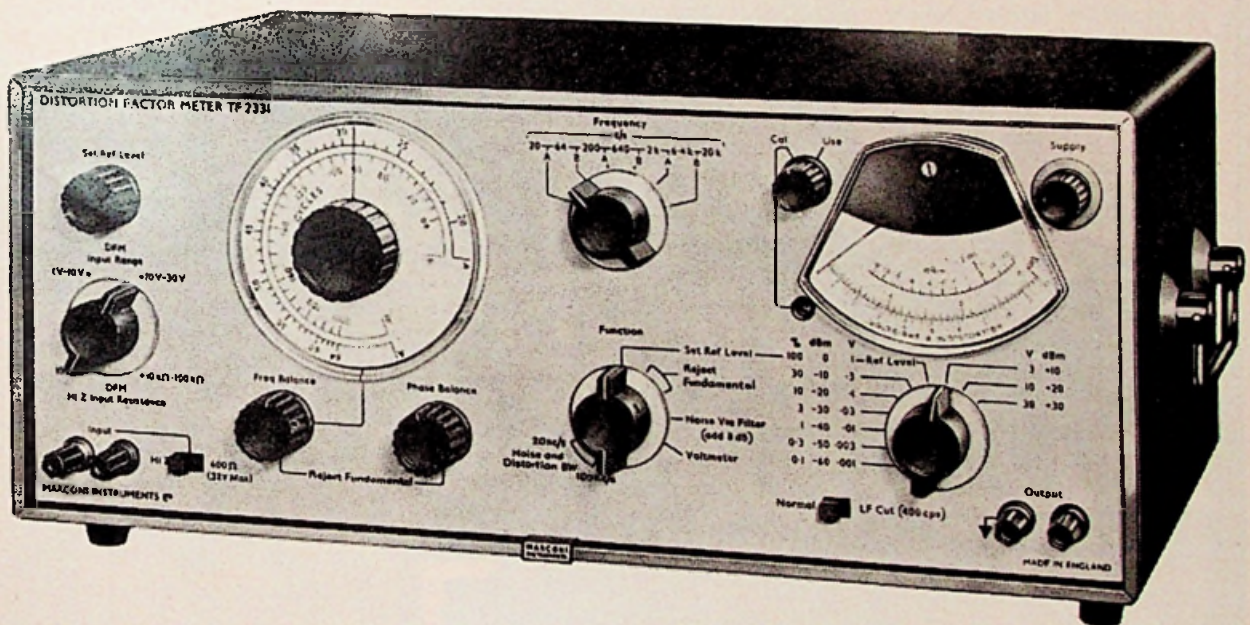
De voor insiders meest opvallende eigenschap van deze meter is de verbluffend simpele uitfiltering van de grondfrequentie.

Het altijd zeer tijdrovende "knoppenmanipuleren" is praktisch geheel vervallen.

De begrenzing van de doorlaatband in het voltmetergedeelte is zowel aan de onderkant als aan de bovenkant omschakelbaar, waardoor het onmogelijk is dat ongewenste signalen de meetresultaten beïnvloeden.

Het voltmetergedeelte is ook apart te gebruiken als gevoelige versterkervoltmeter (1 mV volle schaal)

- Bereik: 0.1% distorsie volle schaal
- Afstemming: 20 c/s - 20 kc/s



Prijs **f. 2850,-** (excl. B.T.W.)  
levering uit voorraad

Uitvoering documentatie  
wordt U gaarne verstrekt door:

Ingenieursbureau

## KONING EN HARTMAN N.V.

Koperwerf 30 Den Haag Tel. (070) 678380 \* Telex 31528

**MARCONI  
INSTRUMENTS**



Als U Uw aanvraag adresseert aan Ingenieursbureau Koning en Hartman N.V., Antwoordnummer 764, Den Haag hoeft U geen postzegel te plakken.



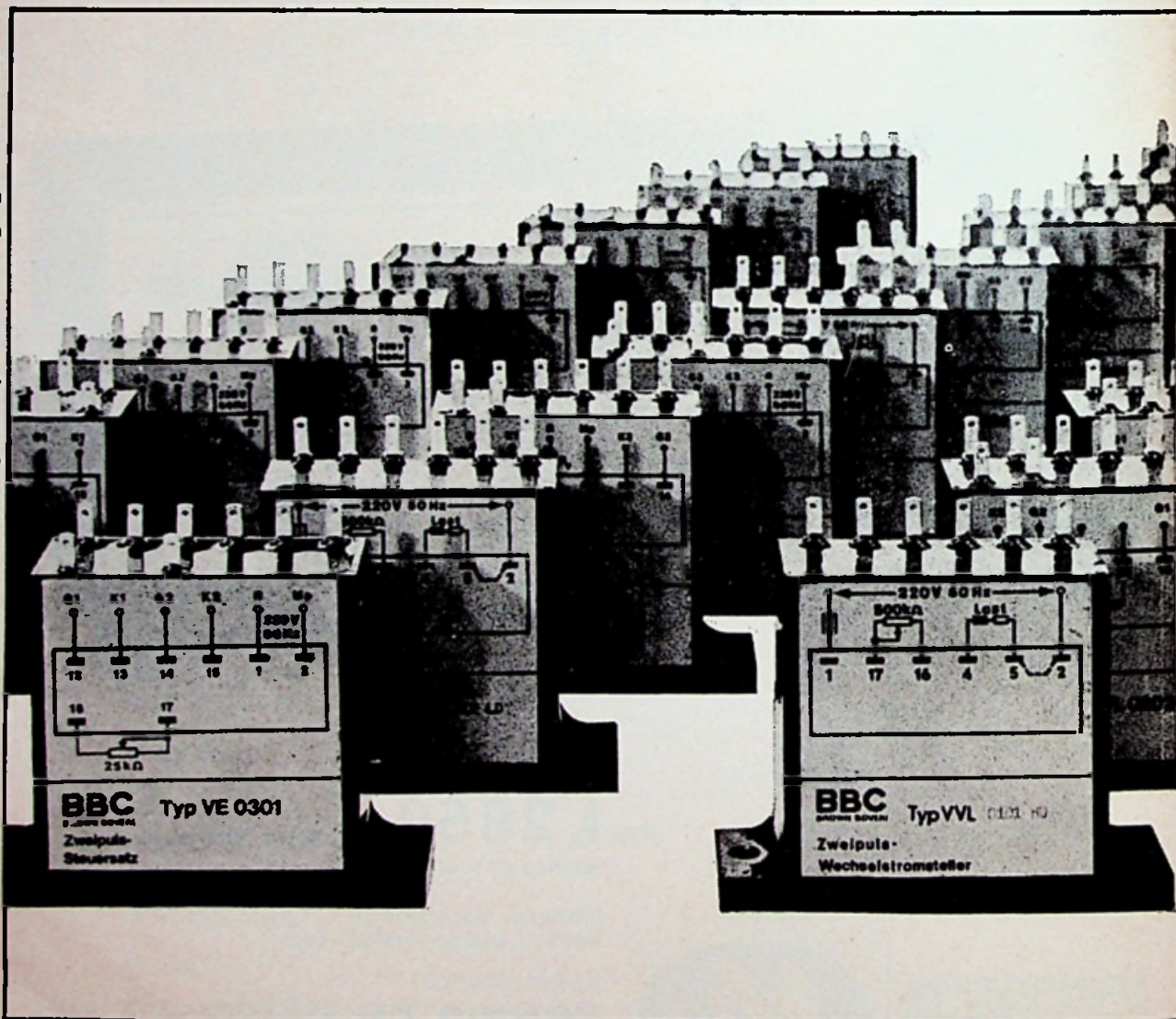
# elektronik

Van kleine tot grote vermogens

o.a.: thyristoren  
silicium dioden  
roosterstuureenheden

wisselstroomregelingen  
gelijkstroomregelingen  
temperatuurregelingen

Technische documentatie zenden  
wij U op aanvraag gaarne toe.



EME 1987

HALFGELEIDER-GROSSIER:  
N.V. HANDELMAATSCHAPPIJ  
ROTTERDAM - POSTBUS 1782 - TEL.136534

*Matchus*



ELECTRICITEIT MAATSCHAPPIJ  
ELECTROSTOOM N.V.  
ROTTERDAM - POSTBUS 301 - TEL.180280

# Redactionele Emissies

## Dag, meneer van der Horst!

Commandowisseling op de „brugschakeling” van Radio Electronica

Ja, er komt een moment, dat het zover is. Ook iemand, die zijn hart heeft verpand aan een blad als ~~AE~~, zal vroeg of laat worden geconfronteerd met het feit dat „de tijd gekomen is”.

Dit geldt ook voor de heer W. van der Horst Sr., ofwel „senior” zoals enkele getrouwen hem mogen noemen. Hij was het, die letterlijk en figuurlijk uw lijfblad „Radio Electronica” van de grond deed komen, een blad dat er zeker zijn mag.

De heer Van der Horst was al enige tijd „pensioengerechtigd” en hij zal hiervan nu gaan „genieten”, al zal hij zich moeilijk van zijn „kind” ~~AE~~ los kunnen maken.

Wie is nu eigenlijk Willem van der Horst?

Willem van der Horst werd op 7 juli 1903 te Utrecht geboren. Na de HBS werd hij sub-griffier aan de rechtbank. Hij stond op de nominatie om deurwaarder te worden, maar dat stuitte op verzet van zijn toenmalige verloofde Martha Tieland, die later „mevrouw van der Horst” zou worden. Het is als een computerschakeling: was die verloofde er niet geweest, dan zou ~~AE~~ er ook niet zijn gekomen.

De vader van mevr. Van der Horst bezat in Utrecht een drukkerij/uitgeverij en daar kreeg de jonge Willem van der Horst zijn kans het drukkersvak te leren. Maar drukken alléén is nog geen Radio Electronica.

Sedert zijn 16e jaar is „radio” steeds zijn hobby geweest en – toen daarvoor nog geen licentie was vereist – bezat hij o.a. een eigen kortegolfzender.

Merk op dat  $1903 + 16 = 1919$ , het jaar was dat Idzerda met de omroep begon, zodat onze hoofdredacteur de boot niet gemist blijkt te hebben.

Maar zó spoedig is ~~AE~~ echter niet ontstaan.

Nadat hij ervaring bij andere firma's had opgedaan, o.a. als dagbladjournalist, begon hij in 1934, als eerste in Nederland, een loonzetterij, die in een behoefte voorzag. In 1950 werd in Haarlem Drukkerij Swart overgenomen, welke de geboorteplaats van ~~AE~~ zou worden. Hoe was het in die jaren gesteld met de „radio-elektronische vakliteratuur” in ons land? Naast publikaties van de industrie, trof men het blad „Electron” aan voor de zendamateurs en voor de zelfbouwers „Radio Bulletin”, dat toen nog sterk aan Amroh was gebonden.

Er bestond in die tijd een duidelijke behoefte aan een onafhankelijk tijdschrift, zowel voor amateurs, beroeps-elektronici als voor de adverteerders. Hier was dus een markt vrij.

Bij WIMAR, de uitgeverij waarvan mevr. v. d. Horst directrice was, was een eerste technische uitgave ver-

schenen „Practische Televisiebouw”, dat óf door „senior” óf door één van zijn zoons moet zijn geschreven. Het gaf de beschrijving van een zelfbouw TV-ontvanger met surplusonderdelen. Zeer waarschijnlijk is, dat deze „enkele uitgave” de stimulans is geweest, de heer Van der Horst te bewegen, een eigen elektronica tijdschrift uit te geven. Omstreeks 1953 was het de heer G.L. Quick uit Haarlem, die hem wakker schudde de gok te wagen.

Medewerkers van het eerste uur waren zijn zoon W. van der Horst Jr., eerste hoofdredacteur van ~~AE~~ en de helaas zo vroeg overleden heer Jac. Wigman, die oorspronkelijk bij Radio Bulletin werkte en de geestelijke vader was van dr. Blan, later gepersonifieerd in drs. C.F. Ruyter. In die tijd werkte hij samen met de heer Versluys bij de fa. Valkenberg in Amsterdam.

Eveneens onder de vroegste medewerkers schaalden zich o.a. dr. C. van Rijsinge (bekend door zijn radio-uitzendingen: „Tussen Mens en Nevelvlek”) – en de heer R. Wubbe van de toenmalige NRU.

De uitgave van „Radio Electronica” werd een succes, mede dank zij de

stuwende kracht van de adverterende elektronica-importeurs, onder aanvoering van de heer Quick.

Het eerste nummer van ~~AE~~, dat 15 maart 1953 verscheen, was zo snel uitverkocht, dat met spoed een nieuwe editie moest worden opgelegd.



AANLEIDING . . . .

EN

. . . . GEVOLG





Mevrouw Van der Horst was er altijd bij.

Later werd de vaste staf uitgebreid; in 1956 met de heer J. H. Jansen (halfgeleiders). In 1957 volgde de heer P. Vijzelaar (televisie) terwijl ondergetekende in 1961 de opengevallen plaats van de heer Wigman heeft ingenomen. Ook de heer R. Y. Drost heeft lange tijd in de redactie gezeten, totdat hij om gezondheidsredenen de goede zaak moest verlaten. Tot zijn plaatsvervanger (meet- en regeltechniek) werd dit jaar de heer W. M. G. van Bokhoven benoemd.

In 1956, toen „junior” ~~AE~~ verliet, werd „Senior” zelf hoofdredacteur. In augustus '61 werd Uitgeverij WIMAR omgezet in een N.V., met uitgeverij ~~AE~~. E. Kluwer als aandeelhoudster. Een jaar later werd deze N.V., als eerste dochter, in de Kluwer-groep opgenomen. Augustus 1962 verscheen het eerste nummer van ~~AE~~, dat in Deventer van de pers kwam, hoewel de redactie nog in Haarlem was gevestigd.

Een belangrijk feit is, dat Radio Electronica al sinds 1954, door toedoen van de heer v. d. Horst, de uitgewerkte examenopgaven van de NERG-examens elektronica-monteur en -technicus heeft kunnen publiceren.

Als kroon op zijn werk en voor zijn inspanning het elektronica-onderwijs in Nederland te verbeteren, werd de heer Van der Horst benoemd tot lid van het Nederlands Elektronica en Radio Genootschap.

Een andere activiteit van „senior” was de oprichting van de Elektronica Vakbeurs „ELVABÉ”, voor vak-

mensen, die op de FIRATO niet meer aan hun trekken kwamen; later is door samenwerking van ELVABÉ en FIAR, de FIAREX ontstaan, in welks bestuur de heer Van der Horst zitting heeft.

De heer Van der Horst was nooit alleen, altijd en overal vergezeld zijn echtgenote hem. Ondanks het feit dat zij een groot gezin te verzorgen had, bestuurd zij de auto, die „senior” overal heenbracht, waar hij zijn moest. Tot zelfs in het buitenland kende men hen als het „echtpaar Van der Horst”, dat bij vele evenementen en gebeurtenissen een bekende en gewaardeerde verschijning was. Maar het aandeel van mevvr. Van der Horst bij de totstandkoming van ieder nummer van ~~AE~~ was veel groter, zij had de gehele leiding van de administratie, boekhouding en abonnementenafdeling.

Letterlijk niets ontsnapte aan haar aandacht. Hoogtijdagen waren steeds die wanneer de verzending van ~~AE~~ voor de deur stond, want dan wist zij daarvoor het gehele personeel en de voltallige familie in te schakelen.

In dit verband komt ook haar hulde toe en is dit echtpaar een voorbeeld, hoe man en vrouw sámen iets kunnen opbouwen.

Dit nu is een korte levensbeschrijving van Willem van der Horst Sr. en zijn werk, een man uit één stuk, van wie men weet wát men aan hem heeft en die men kan vertrouwen.

Een van zijn uitspraken, die men veelvuldig kan horen, is: „Ik heb een geheugen als een ijzeren pot”. Zijn stem is niet zacht, we hebben het aantal foons nooit gemeten, maar wanneer hij „in overleg was” met bijv. een employé van de drukkerij, dan kon men vanuit de Polstraat zuiver op het gehoor afgaan om hem te vinden. Hij is een persoonlijkheid waar men niet omheen kan lopen. Gelukkig is hij geestelijk en lichamelijk nog lang niet aan rust toe en hij zal het niet kunnen laten, zijn krachten voor de „elektronica” te blijven geven en nieuwe opdrachten te aanvaarden, met evenveel plezier als hij beleefde aan het totstandkomen van het „Elektronisch Vademeecum”.

De heer Van der Horst geeft nu het commando op de Brug over aan de heer C. J. Bakker, waarvan wij hopen, dat hij, bij het schakelen, een even grote vonkenregen teweeg zal brengen als onze „senior”.

Dag, meneer van der Horst, veel geluk in uw nieuwe levensfase (laat die niet verschuiven); we hopen, dat we U nog vele malen zullen ontmoeten en wij hopen uw „idee”, wat betreft uw „lijfblad” voort te zetten.

En U, lezer: wéét dat het Willem van der Horst is die heeft gezorgd, dat U dit kunt lezen! C. L. D.

## KABELDETECTOR

De British Insulated Callender's Construction Company Ltd., fabriceert een selectieve akoestische detector (seismofoon) voor het opsporen van fouten in ondergrondse kabels. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de z.g. flashing-in techniek. Het instrument is uitgevoerd met halfgeleiders en is in staat om gelijktijdig de akoestische schokgolf van de grond en het begeleidende magnetische veld langs de kabel te detecteren. De akoestische en magnetische signalen worden resp. door een hoofdtelefoon en een signaallamp weergegeven. Het flikkeren van de lamp bevestigt dat de met de telefoon belusterde signalen worden veroorzaakt door de impuls die over de kabel wordt geleid. Als de signalen bij herhaling gelijktijdig worden waargenomen blijkt met zekerheid dat de gezochte informatie inderdaad wordt gedetecteerd. Bij het onderzoek naar de loop van een grondkabel blijft de lamp werken zolang de detector boven de kabel is gepositioneerd. Het apparaat is zodanig ontwikkeld dat een grote gevoeligheid voor gewenste signalen is verkregen, naast een grote rejectie-factor voor storende signalen die de gebruiker kunnen misleiden. Sch.



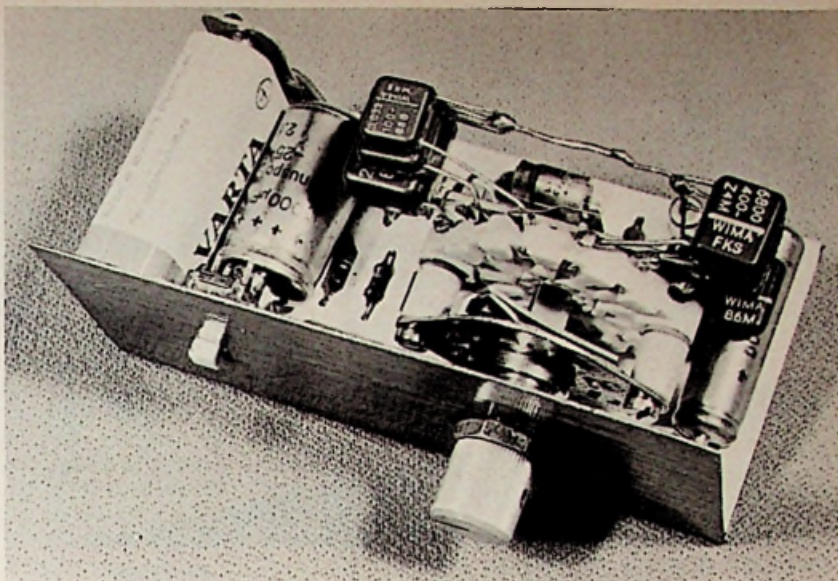


# VIERKANTS- GOLF

generator  
met  
geïntegreerde  
schakeling

door

WERNER W. DIEFENBACH



De vierkantsgolf generator met IC.

Vierkantsgolven, ook wel blokvolgen genoemd, worden in de laagfrequentie techniek veelvuldig aangewend om de diverse componenten, waaruit een audio-installatie is samengesteld, op hun eigenschappen te testen. Een vierkantsgolf is een bijzondere golfvorm, welke is opgebouwd uit een grondgolf en een „oneindige” reeks oneven boventonen. Hoe meer boventonen er in de golf voorkomen, hoe scherper de hoekjes van de blokken zullen zijn. Het meten van audiocomponenten komt hier op neer, dat men aan de ingang van een versterker bijvoorbeeld een perfecte vierkantsgolf toevoert en dan m.b.v. een oscilloscoop de golfvorm bekijkt, zoals deze aan de uitgang van de versterker verschijnt. Indien n.l. ook maar iets aan de sterkte van de boventonen verandert of als hun fase niet meer juist is of als er verkeerde boventonen zijn bijgekomen ten gevolge van vervorming e.d., dan komt dit tot uiting in de vorm van de vierkantsgolf.

Doordat het rechte deel van een vierkantsgolf overeenkomt met een gelijkspanning, vertelt de blokvolg ons ook heel veel over het gedrag van het onderdeel in het frequentiegebied onder de frequentie van de vierkantsgolf.

Doordat het rechte deel van een vierkantsgolf overeenkomt met een gelijkspanning, vertelt de blokvolg ons ook heel veel over het gedrag van het onderdeel in het frequentiegebied onder de frequentie van de vierkantsgolf.

## Schakeling

Aangezien een astabiele multivibrator van nature goede blokvolgen produceert en een multivibrator in het

algemeen zeer eenvoudig is te construeren, werd voor dit ontwerp vanzelfsprekend ook een astabiele multivibrator gekozen. De schakeling van de generator toont figuur 1. Gebruik werd gemaakt van een goedkope lineaire geïntegreerde schakeling, in dit geval de TAA151, waardoor de schakeling bijzonder eenvoudig wordt en het apparaat klein kan worden gehouden. Teneinde de apparatuur over een groot frequentie-gebied te kunnen doormeten, werden acht verschillende blokvolgfrequenties gekozen. De omschakeling van deze frequenties geschiedt met een acht-standen draaischakelaar met één moedercontact.

Omdat het gewenst is dat de boven- en onderzijde van de vierkantsgolven gelijk zijn, werd de basisspanning van de eerste transistor nauwkeurig in-

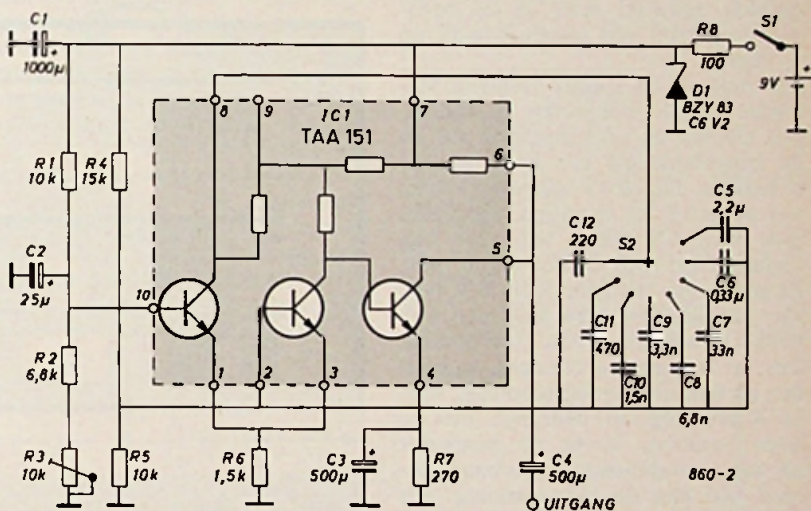
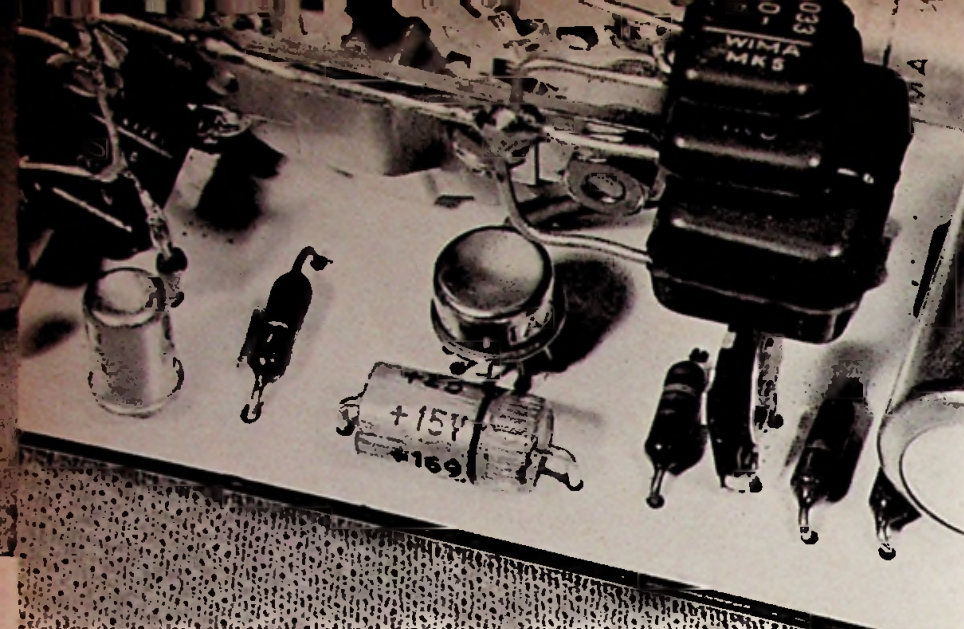


Fig. 1. De schakeling van de generator. Alle weerstanden 1/4 W. Alle elco's 6 V, behalve C3 = 3 V en eventueel ook C4 = 3 V. D1 is een kleine glazen zenerdiode voor ca. 6 V. Behalve de toegepaste TAA151 kan ook de goedkope Philips TAA293 e.d. worden toegepast. Voor alle condensatoren C5 t/m C12 worden polyester typen voor een werkspanning van ca. 30 à 60 V genomen.

## Technische gegevens:

- Voeding: batterij 9 V
- Verbruik: ca. 10 mA
- Frequenties: 20 Hz; 100 Hz; 1 kHz; 5 kHz; 10 kHz; 20 kHz; 50 kHz; 100 kHz.
- Uitgangsspanning: 4 V<sub>tt</sub>
- Pulsverhouding: 1 : 1
- Halfgeleiders: TAA 151 en zenerdiode voor ca. 6 V, 1/4 W
- Afmetingen 100 × 50 × 50 mm



Detail van de IC en verschillende componenten rond de draaischakelaar S2.

stelbaar gemaakt door in de basispanningsdeler een instelpotmeter op te nemen.

Om ook op de laagste frequentiegebieden goede blokgolven te verkrijgen, dienen de ontkoppelco C3 en de koppelco C4 een hoge waarde te hebben. De elco's behoeven echter niet zo groot uit te vallen, aangezien men voor C3 een 3 volt type kan toepassen en voor C4 een 6 volt type. In geval men net geen klein 6 V type kan bemachtigen, dan kan men ook voor C4 wel een 3 volt type nemen. Om de frequenties constant te houden en ook de uitgangsspanning, welke 4 volt top-top bedraagt, niet te laten variëren, wordt de generator uit een gestabiliseerde spanning gevoed. Zo kan de klemspanning van de batterij tot 6 volt afnemen, voordat de batterij door een nieuwe behoeft te worden vervangen. De elco C1 dient om tijdens de laatste ademtocht van de batterij, wanneer er nog slechts weinig stroom door de stabilisatie diode D1 vloeit, de inwendige weerstand van de voedingslijn laag te houden.

### Constructie

De schakeling kan zeer goed op een stukje Resopal Vero board, Montaprint of pertinax van 50 × 100 mm worden ondergebracht. De montage is eenvoudig. De condensatoren C5 t/m C12 worden rond de schakelaar gesoldeerd. Als frontplaat dient een haaks omgezet stuk aluminium van ca. 100 × 60 mm, waarvan de onderste 10 mm naar achteren is gebogen

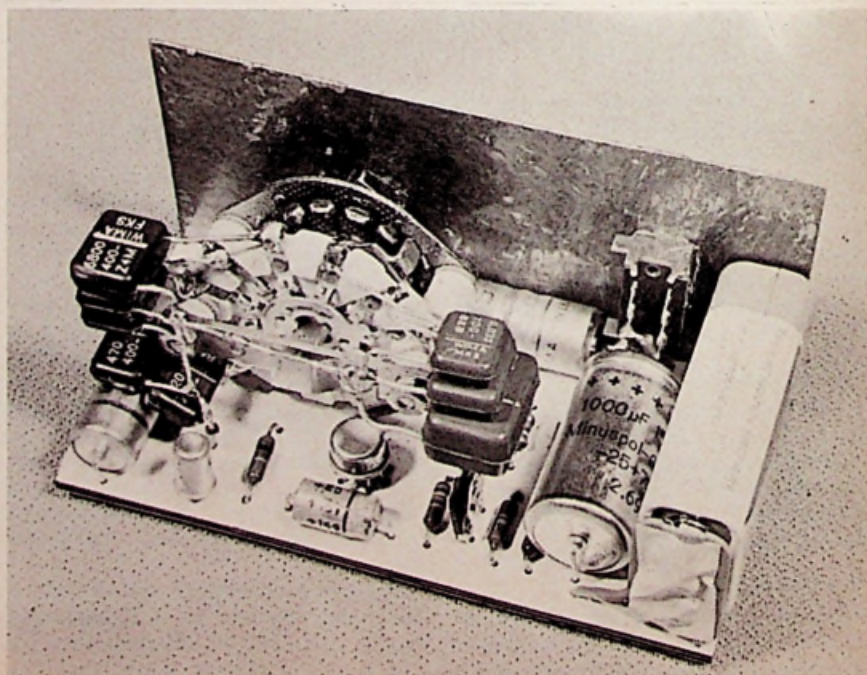
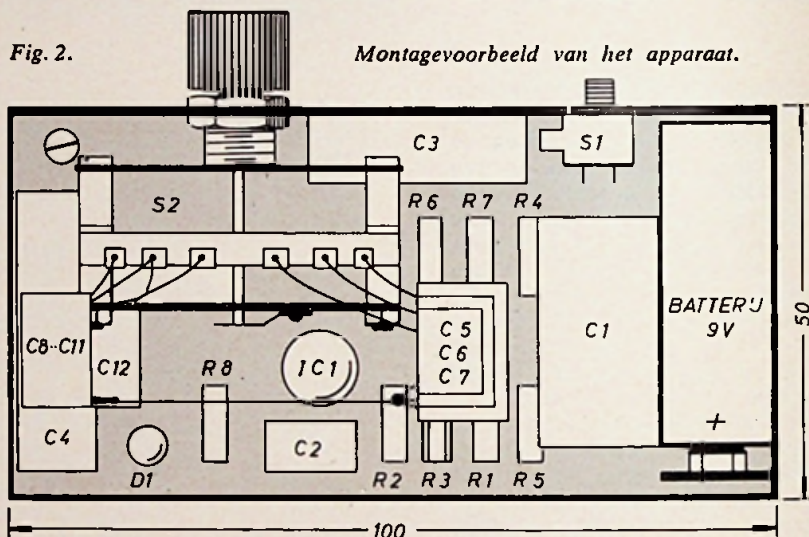
Achteraanzicht van de blokgolfgenerator.

voor de bevestiging van het montagevlak.

Op het frontpaneel worden de aan/uit schakelaar S1 en de draaischakelaar S2 gemonteerd. Fig. 2 toont de rangschikking van de componenten. De constructie moge verder uit de afbeeldingen blijken.

### Gebruik en afregeling

Nadat de aansluiting van alle onderdelen goed is gecontroleerd kan de batterij worden aangesloten en het apparaat worden ingeschakeld. R3 wordt nu zodanig geregeld, dat boven- en onderzijde van de vierkantsgolven even groot zijn. Het is mogelijk dat de afstelling niet voor alle frequentiegebieden optimaal is, dit moet men vooraf even op alle frequenties uitproberen eer de juiste stand is gevonden.



# STEREO-BASISREGELING

## DEEL 2

De eerste opgave, die we volgens het blokschema hebben te vervullen is het ontwerpen van de M-versterker (vak I) door samenvoeging van het linker- en rechtssignaal (zie nu verder ook prinseschema fig. 8).

Een magneto-dynamische pickup, FM-tuner of magnefoon leveren meestal, als ze van behoorlijke kwaliteit zijn, een stereo signaal met een oversprekdemping van zo'n 30 dB. De magnefoon kan nog wel beter, maar natuurlijk alleen als de opnamebron ook beter was. Het betekent, dat ongeveer  $\frac{1}{30}$  deel van de signaalspanning van het ene kanaal, zonder dat dit de bedoeling is, ook in het andere kanaal voorkomt. Een dergelijke overspraak is bepaald niet slecht en voor goede stereoweergave volkomen aanvaardbaar. Natuurlijk moeten we er voor zorgen dat door het samenvoegen van L en R, deze toestand niet te veel verslechtert. Daarvoor dienen R1 en R2, waarvan de waarden pas later ter sprake komen. Het knooppunt is de basis (via C1) van TS1.

Dit hele ontwerp kan worden opgebouwd met één enkel type LF-voorversterker transistor. Hier is dat de Siemens AC151 VI. (Germanium-PNP). Ieder ander type is even geschikt en bij gebruik van silicium moet alleen de polariteit van de voeding worden omgekeerd. Op het wenslijstje stond: ver uitstuurbaar. Dat is o.a. afhankelijk van de toegepaste voedingsspanning, in dit geval 24 V, maar door de ont koppeling R16 - C6 hier 19 V.

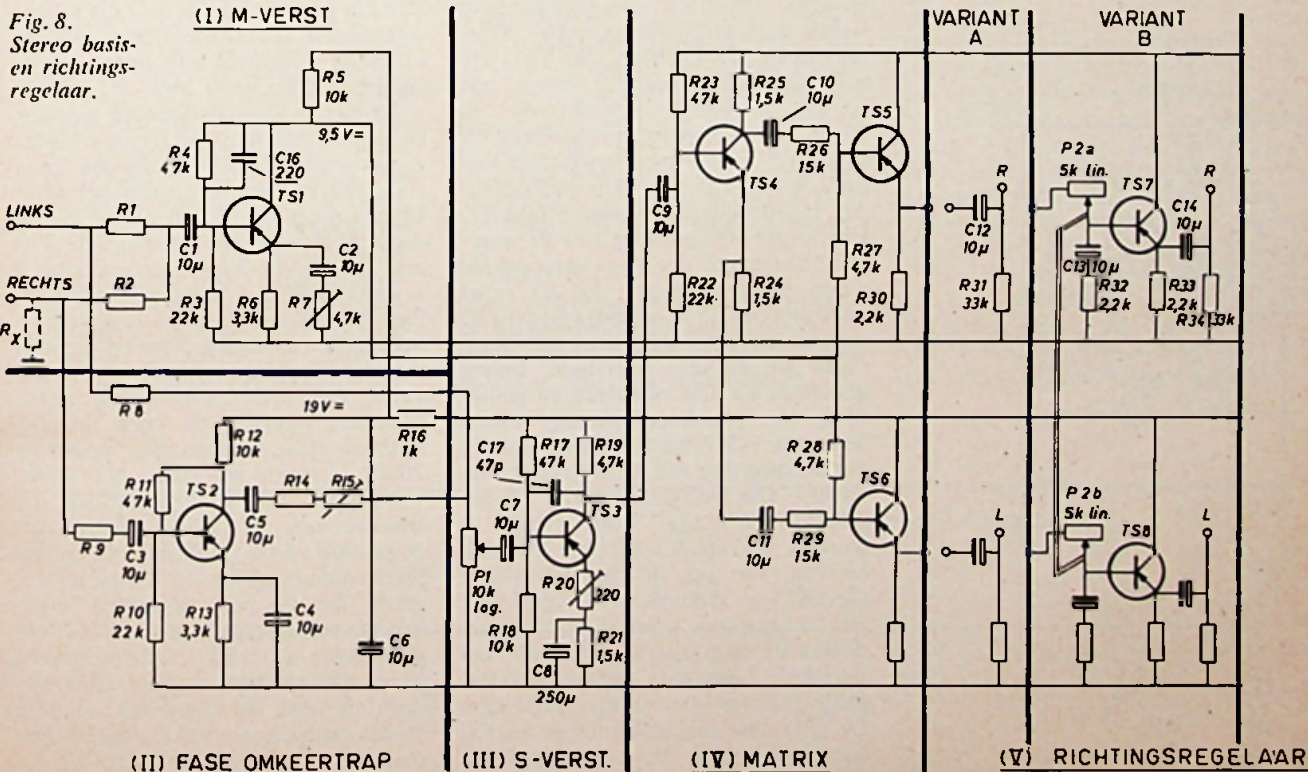
Nemen we aan, dat op L een signaal wordt gezet. R1 en de ingangsimpedantie van de transistor vormen een spanningsdeler en het signaal wordt evenredig verzwakt. Het ziet nu echter nog een verdere weg, nl. via R2 en Rx naar aarde. Die Rx komt in de schakeling zelf helemaal niet voor, maar vervangt hier de generator impedantie van het rechter kanaal. Over R2 en Rx vindt dus een tweede spanningsdeling plaats. Wat er nu nog van het oorspronkelijke L-signaal is overgebleven, vormt de

onvermijdelijke verslechtering van de aanvankelijk tussen L en R aanwezige oversprekdemping.

Van groot belang daarbij is, dat Rx laag is (bijv. kathode of emittervolger) terwijl we, om R1 en R2 geen onnodig hoge waarde te geven, de ingangsimpedantie van de transistor ook laag maken, wat lukt door spanningstegenkoppeling van collector naar basis via R4 (C16 voorlopig even vergeten) die samen met R3 ook voor de juiste instelling zorgt.

Het „instelplankje" van fig. 3 kan nu in actie komen. De transistor wordt er op geprikt, de brug V1 weggenomen en de pot.meter van 50 kΩ direct met C verbonden. Een elco van  $10 \mu\text{F}$  tussen E en V4, alle pot.meters een beetje hoog opdraaien en een voorlopig wat bescheiden spanning aansluiten, bijv.  $\pm 12 \text{ V}$ .

Er komt nog een elco van  $10 \mu\text{F}$  met de min-kant aan B en daarop kan de toongenerator, ingesteld op 1000 Hz, worden aangesloten. Voorlopig via een serieweerstand van 10 kΩ, omdat



de ingangsimpedantie zelf zo laag worden kan, dat de generator daar misschien met vervorming op reageert. Nu zoeken we naar waarden van de vier pot.meters, die een zodanige instelling van de transistor opleveren, dat het werkpunt in het midden van de karakteristiek valt. Bij goede exemplaren zal dan de collectorspanning nagenoeg de helft van de voedingsspanning zijn. Een totale versterking van 15 dB onbelast bleek een goede waarde. Later zal blijken dat in de rest van de schakeling hiervan nog 5 dB verloren gaat. We kunnen nu in R1 en R2 flink wat weg dempen, tot de versterkingsfactor van het totaal gelijk 1 is. Omdat dit moeilijk precies bereikbaar blijkt, wordt de instelweerstand R7 toegevoegd. Deze kan de totale versterking nog met maximaal 10 dB verminderen en wordt later als fijnregeling gebruikt. De genoemde 15 dB versterking gelden met R7 in middenstand.

Even nog de generator naar 40 Hz en 15 kHz. De karakteristiek is kaarsrecht, de keuze van de condensatoren is dus in orde. De M-versterker kan „in kaart” worden gebracht, waardoor het eerste vak van fig. 8 ontstaat. Dit stuk schakeling wordt meteen op de „plank” opgebouwd. Voorlopig laten we de vakken II en III letterlijk rechts liggen en gaan door naar vak IV, de

### Matrix

Dit is de bij de beschrijving van het blokschema al genoemde fase-splitter.

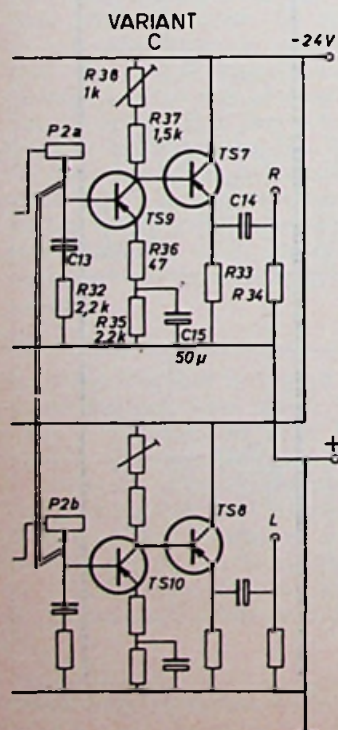


Fig. 8

Zijn taak zal straks zijn, het S-signaal, waarover we nu nog niet beschikken, in een +S en een -S te verdelen. De volgende transistor gaat nu op het instelplankje en we kiezen gelijke waarden voor collector- en emitterweerstand, dan kunnen we straks ook gelijke wisselspanningen verwachten. R22 en R23 zorgen voor correcte instelling. Het M-signaal moet nu worden samengevoegd met de twee, straks uit TS4 te voorschijn komende, en met elkaar in tegenfase zijnde, signalen. Omdat onbekend is, wat er op de totale schakeling volgen zal, eindigen beide kanalen met een emittervolger.

Het M-signaal wordt gesplitst via R27 en R28. Naar rechts gezien is de impedantie hoog, zodat daar niets wegvloeit. Maar naar links is de situatie minder gunstig. Daarom worden R26 en R29 ingevoegd, om te verhinderen, dat teveel signaal over de vrij lage impedanties van de fase-splitter afvloeit.

Fig. 8 eindigt met drie varianten, waarvan we het voorlopig op A zullen houden, d.w.z. we eindigen achter de emittervolger met een uitkoppelcondensator C12 en een weerstand R31, om deze elco onder spanning te houden. Het onderste, linker kanaal, is verder precies gelijk, zodat hier geen gegevens zijn vermeld.

Wanneer dit alles op de plank is geplaatst en in tekening gebracht, kunnen we een paar metingen gaan doen. Allereerst willen we weten, wat de hoogste effectieve uitgangsspanning is, die kan worden afgegeven. Daartoe wordt aan de basis van TS1, via een variabele weerstand (doosje van fig. 2) voorlopig ingesteld op ca 10 kΩ, de toongenerator aangesloten en de mV-meter met scoop aan uitgang R. R7 komt in de middenstand. Als meefrequentie steeds 1000 Hz. Voeren we de spanning van de generator langzaam op, dan kan op de scoop worden gezien, dat de sinus even boven 2,5 V vrijwel gelijktijdig aan boven- en onderkant vastloopt. Gaan we nu die weerstand tussen generator en TS1 opvoeren en gelijktijdig de generatorspanning, totdat deze ook 2,5 V heeft bereikt, zonder dat de spanning aan de uitgang is veranderd. Die weerstandwaarde zal ongeveer 25 kΩ zijn. Voor variant A worden R1 en R2 elk het dubbele hiervan, wat op de handelswaarde van 47 kΩ uitkomt. Nu verbinden we de ingangen L en R met elkaar, sluiten de toongenerator aan en corrigeren R7 zodanig dat in- en uitgangsspanning aan elkaar gelijk zijn. De gebruikte meetspanning is daarbij willekeurig. Als we de vroeger ge-

maakte vergelijking met een avontuurlijke reis volhouden, dan zou het nu tijd zijn voor een rustpauze. Laten we zeggen: in ieder geval even een kop koffie.

### Vak II

Het M-kanaal is voltooid en het wordt tijd aandacht te besteden aan het S-kanaal. Daarom keren we nu terug naar de ingang van de schakeling. De wegen L en R voeren hier ook naar vak II, de fase-omkeertrap. Versterking is eigenlijk niet nodig en TS2 kan daarom net als TS1 worden geschakeld, alleen vervalt hier R7. Het is nu bekend, dat de maximale ingangsspanning 2,5 V kan bedragen en TS2 mag daarbij onder geen voorwaarde worden overstuurd. Daarom bepalen we R9 zo groot, dat de sinus aan de collector bij die 2,5 V juist vastloopt en kiezen dan voor de zekerheid de dubbele waarde. De versterking van TS2 moeten we toch wegwerken en ook hier speelt de al eerder besproken overspraakdemping een rol. R9 wordt dus 47 kΩ.

Van het rechter kanaal is de fase nu 180° gedraaid en moet weer met links worden samengevoegd. Daarvoor dient een knooppunt van weerstanden. In het L-kanaal R8 en in het R-kanaal (R14 + R15). Voorlopig laten we de zaak hier eerst even rusten.

### S-versterker

Allereerst gaan we TS3 op het instelplankje opbouwen. Zijn taak is het signaal naar behoefte te versterken, wat grotere (of kleinere) basisbreedte oplevert, eventueel ook mono, door geheel dichtdraaien van P1. Deze pot.meter is de basisbreedte regelaar en omdat het hier om echte volume regeling gaat, kan het beste een logaritmische uitvoering worden gebruikt. Ergens moet op P1 een plaats te vinden zijn waarbij de stereoweergave er net zo uitkomt als ze aan de ingang is toegevoerd. Zo op het eerste gezicht leek het aardig dit punt ongeveer in het midden te leggen. Jammer genoeg was dat idee even onbruikbaar als het aardig leek. Een logaritmische potentiometer, waarvan de looper in het midden staat, dempt dan ongeveer 20 dB. Leggen we daar het evenwichtspunt, dan betekent dit, dat het S-kanaal nog met 20 dB kan worden opgevoerd. Even afgezien van mogelijke oversturing van TS3 bleek al heel gauw, dat bij een dergelijke overbreedte een weergave ontstaat die nergens meer naar lijkt. Luisterproeven gaven als resultaat, dat een extra versterking voor het S-signaal van 8 à 10 dB ruimschoots voldoende is. Nemen we als gemiddelde 9 dB.

Dat punt moet dus op P1 worden vastgelegd. De manier is: een kleine bekende spanning aanleggen en daarna met de mV-meter aan het contact van de looper, deze zover terugdraaien vanaf vol open, tot een verzwakking van 9 dB is bereikt (de aangelegde spanning gedeeld door 2,82). Hebben we voor TS3 het juiste punt gevonden en gemerkt, dan kan het geheel op de plankschakeling worden overgebracht, na vast leggen op de tekening van alle waarden. Daarbij kan dan meteen de verbinding via C9 met de ingang van de matrix tot stand komen. R20 zorgt voor tegenkoppeling en dient meteen voor fijninstelling van de juiste versterkingsfactor.

### Instellen

Eigenlijk is de hele basisbreedte regelbaar nu voltooid. Alleen moeten we nog de waarden van R8 en van (R14 + R15) vaststellen. Daarvoor is een soort stereo-meetsignaal nodig en wat is hiervoor meer geschikt, dan een sinus en een blokvolg? Geven we de sinus bijv. op L en de blokvolg op R, dan moeten deze in, wat we kunnen noemen de neutrale stand van P1, er aan de uitgang weer precies zo uitkomen. Nu volgt een beetje geduldwerk. L en R worden met elkaar verbonden en krijgen een sinus van de generator, bijv. 1 V. R8 krijgt een waarde van 10 kΩ, (R14 + R15) die waarde welke aan het samenkomstpunt op P1, door de fase draaiing van TS2, nul vol oplevert. In dit geval blijkt die waarde rond de 10,5 kΩ te liggen. We kiezen dan voor R14 = 6,8 kΩ en voor R15 een instelpotmeter van 4,7 kΩ, als regelbare weerstand geschakeld, die dan ongeveer in zijn middenstand net de juiste waarde heeft. Nu de verbinding tussen L en R verbreken, sinus op L en blok op R. Wie een dubbelstraal scoop heeft, of een elektronische schakelaar, waardoor 2 beelden gelijktijdig kunnen worden bekeken, regelt P1 nu zo, dat een zuivere blokvolg (alles 1000 Hz) met absoluut rechte horizontale gedeelten ver-

schijnt. De meting gebeurt uiteraard aan de L en R uitgangen van de schakeling. Wie geen twee beelden gelijktijdig zichtbaar kan maken, bekijkt alleen de blokvolg aan de uitgang. Het is nu al mogelijk het effect van de basisbreedte beïnvloeding duidelijk te zien. Verbreding van de basis levert een verandering van de blokvolg op als in fig. 9a, waarbij de doorbuiging naar binnen wordt bepaald door de mate van basisverbreding. Hebben we met basisversmalling te doen, dan verschijnt fig. 9b.

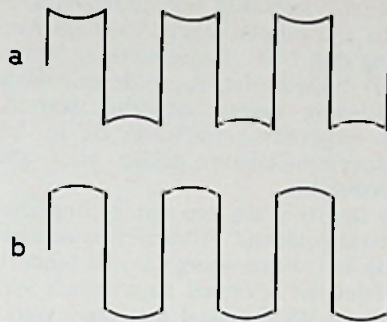


Fig. 9a. Verbreding basisbreedte.  
9b. Versmalling basisbreedte.  
(de sterkte van de kromming is afhankelijk van de mate van verbreding of versmalling.)

Vinden we een zuivere blokvolg bij het tevoren vastgelegde 9 dB dempingspunt van P1, dan is alles in orde. Een kleine afwijking kan met R20 worden bijgesteld, die bij het begin in de middenstand moest staan. Zitten we er ver naast, dan moeten R8 en (R14 + R15) worden veranderd, waarbij eerst steeds weer met een sinus op de met elkaar verbonden L en R zodanige waarden dienen te worden gevonden, dat op P1 nul V overblijft.

Zoals fig. 8 aangeeft, zijn er aan de uitgang drie varianten getekend. Wat hier besproken werd, was variant A.

### Terugsprekdemping

Bij het ontwerpen werd al overwogen, dat de schakeling de bestaande oversprekdemping tussen de beide kanalen niet te veel mag verslechteren. De

terugsprekdemping moet dus hoog zijn. De inwendige weerstand van de signaalbron speelt daarbij een rol. Voor het uitvoeren van de meting, wordt deze nu tijdelijk vervangen door Rx.

In tabel 1 zijn gegevens opgenomen voor 4 waarden van Rx. De vierde, die van 1 MΩ is eigenlijk zonder Rx, maar alleen nog de eigen ingangsimpedantie van de gebruikte mV-meter.

Op L wordt een signaal gezet, zo dicht mogelijk tegen de maximaal toelaatbare waarde, hier dus 2,5 V, en daarna wordt aan R gemeten, wat nog van dit signaal is overgebleven. Nemen we als voorbeeld Rx = 1 kΩ, dan vinden we een terugsprekdemping van 58 dB. Dat betekent, dat van de meetspanning nog (afgerond) het achthonderdste deel is terug te vinden.

Gaan we uit van een oversprekdemping bij de bron van 30 dB, dat is 1/30, dan krijgen we dus als nieuwe oversprekdemping:

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{800} = \frac{80}{2400} + \frac{3}{2400} = \frac{83}{2400} \approx \frac{1}{29} \approx 29 \text{ dB.}$$

Een verslechtering dus van 1 dB, wat zonder meer aanvaardbaar is.

### Variant B

Wie langs een pad door het bos loopt, vraagt zich af: wat is er achter die bocht? Wie een berg beklimt, wil weten wat er achter die berg is. 't Antwoord is meestal: weer een bocht, nog een berg. Volgens deze redenering volgt daarom op variant A dus variant B.

De schakeling is nu uitgebreid met een richtings- of balansregelaar. De eenvoudigste uitvoering met één potentiometer en de looper aan aarde, is niet erg elegant. Bij verdraaiing uit de middenstand verzwakt één kanaal sterk, terwijl bij het andere nauwelijks iets bijkomt. Dat heeft tot gevolg, dat de totale weergeefsterkte afneemt. Van een goede richtingsregelaar mag worden verlangd, dat wel de richting, maar niet het totale volume verandert. Dit is goed bereikbaar met twee lineaire pot.meters op

Tabel 1

Uitvoering	R1 en R2 kΩ	R8 kΩ	R9 kΩ	R14 kΩ	R15 kΩ	Uitsturing tot.	Belasting max.	Terugsprekdemping bij R <sub>x</sub>				Stoorspanning bij open ingang P <sub>1</sub> normaalstand
								100 Ω	500 Ω	1 kΩ	1 MΩ	
Variante A	47	10	47	6,8	4,7	2,5 V	3 kΩ	80 dB	65 dB	58 dB	30 dB	0,1 mV
Variante B	22	10	22	15	10	1 V	1,5 kΩ	51 dB	36 dB	31 dB	te gering	0,2 mV
Variante C	470	150	100	47	25	6 V	3 kΩ	onmeetbaar groot	>85 dB	80 dB	38 dB	<1 mV

Tabel 2

Uitvoering	Versterking/stroomopname bij				Uitstuurbaar tot $V_{eff}$ bij				Ing. impedantie		Uitg.-Imp.
	24 V=	12 V=	9 V=	6 V=	24 V=	12 V=	9 V=	6 V=	L	R	
Variante A	0 dB/12 mA	-1 dB/8 mA	-1 dB/6 mA	-1,5 dB/4 mA	2,5 V	1 V	0,8 V	0,5 V	> 10 k	> 20 k	<100 $\Omega$
Variante B	0 dB/17 mA	-1 dB/9 mA	-1 dB/7 mA	-1,5 dB/5 mA	1 V	0,6 V	0,4 V	0,3 V	> 10 k	> 10 k	<40 $\Omega$
Variante C	0 dB/30 mA	-1 dB/16 mA	-2 dB/12 mA	-3 dB/9 mA	6 V	3 V	2 V	1 V	> 100 k	> 100 k	<50 $\Omega$

één as. In variant B vormt P2a een spanningsdeler met R32. Om de schakeling niet door wat eventueel verder volgt te beïnvloeden, komt er een emittervolger achter. TS5 en TS7 zijn direct gekoppeld. C13 verhindert afvloeien van gelijkstroom naar aarde. Uitgaande van de middenstand, wordt in één der uiterste standen, dat kanaal 6 dB sterker, terwijl gelijktijdig het andere met 4 dB afneemt. Helemaal ideaal is het niet, maar de fout is te verwaarlozen. Een maximaal instelbaar verschil van 10 dB tussen beide kanalen, moet voor een behoorlijke installatie ruim voldoende zijn. Toch is er een „maar”... Doordat de richtingsregelaar een verzwakker is, kan de hoogste uitgangsspanning in de middenstand nu nog maar 1 V bedragen. En dat betekent weer, dat deze spanning ook met 1 V aan de ingang moet worden verkregen. Dan zullen de weerstanden R1 - 2 - 8 - 9 - (14 + 15) ook andere waarden krijgen. De methode is al beschreven. Tabel 1 geeft die waarden en wie het niet gelooft, weet nu de manier om het na te gaan. Er is nog een gevolg. De terugspreekdemping aan de ingang wordt door de lagere weerstandswaarden ook slechter, alhoewel nog aanvaardbaar, zelfs bij Rx is 1 k $\Omega$ . Maar er is nog iets. De schakeling wordt gevoed met 24 V= en dan is een maximale uitsturing van 1 V<sub>eff</sub> wel een wat pover resultaat. Daarom ontstond dan ook

### Variante C

Hierbij bleef de richtingsregelaar onveranderd, maar daarna wordt het signaal door TS9 tot de grens van de uitstuurbaarheid, die met 24 V= bereikbaar is, versterkt. Die grens ligt bij ongeveer 6 V<sub>eff</sub>, waarbij R38 voor een nauwkeurig instellen zorgt. Maar vooral belangrijk is, dat deze 6 V aan de uitgang met een zelfde spanning aan de ingang moet worden verkregen. Dus gaan de waarden van R1 - 2 - 8 - 9 - (14 + 15) een flink stuk omhoog (tabel 1, variante C) en de nu verkregen terugspreekdemping is zo hoog, dat deze de er aan voorafgaande schakeling vrijwel helemaal niet meer beïnvloedt. Zelfs bij Rx = 1 M $\Omega$  werd nog een terugspreekdemping van 38 dB gemeten. Waar mogelijk is gelijkstroomkoppe-

ling toegepast. De afsluiting is weer met een emittervolger. Tabel 1 verschaft verder nog gegevens over de maximale belasting van de uitgang en de stoorspanning.

Tabel 2 laat zien, wat de mogelijkheden zijn bij een lagere voedingsspanning dan 24 V. De versterking verandert vrijwel niet, maar de maximale uitsturing neemt natuurlijk wel af. De gegevens betreffende de in- en uitgangsimpedantie gelden voor alle voedingen.

In fig. 10 is nog een zgn. sprongschakelaar getekend. Alhoewel de schakeling een mono-weergave niet hindert, omdat het S-signaal automatisch vervalt en het S-kanaal niet meer werkt (nul volt aan P1) heeft een tussenvoeging van deze schakeling dan weinig zin. Overbruggen vereist 4 omschakelcontacten. Dat kan een draaischakelaar met 2 standen en 4 moedercontacten zijn, maar ook een relais kan hier goede diensten bewijzen, waarbij de bedieningsschakelaar van de relaispoel op iedere gewenste plaats kan worden aangebracht.

### Resultaat

Toepassing van stereo-basisregeling is zeker interessant. In de eerste plaats voor de stereo-magnefoonist al bij opname. Wat de weergave betreft: naast de vele goede stereo-opnamen zijn er ook, die wel eens wat „dunnetjes” uitvallen. Dikwijls is ook de akoestiek van de luister ruimte van invloed. Een kleine overbreedte zal dan heel effectvol zijn. Omgekeerd kan het „gat” in het midden, nu door versmalling worden gevuld. Maar een van de grootste sensaties is wel het luisteren met de stereo-hoofdtelefoon. Het is helemaal geen kunst een argeeloos mens zo'n ding op te zetten en dan een daverende stereo te laten horen. Het eerste moment is werkelijk overdonderend. Maar wie op dit punt wat meer luisterervaring heeft, moet toch wel eens het gevoel hebben gehad op de plaats van de dirigent in een theater orkestbak te staan, met een half orkest links en de andere helft rechts. Vooral hier is versmallen van de basis een weldaad en doet het klankbeeld van opzij meer naar voren komen.

Eén opmerking nog over het bestreken frequentiegebied. Dit loopt van

40 Hz tot ongeveer 70 kHz. Voor de ultrasonoor puristen om van te wactertanden. Alleen, de kans, dat ongecontroleerde en dus ongewenste hoge frequenties hun weg door de schakeling nemen, is niet denkbeeldig. Wie wat nuchterder is en zich tevreden stelt met 15 000 Hz, brengt de condensatoren C16 en C17 aan. Zowel in M- als S-kanaal is de doorge laten frequentieband dan gelijk.

### Tenslotte

Dit moet dan het einde zijn van een avontuurlijke reis door de elektronische jungle. Het moment is gekomen, dat de gids zich gaat terugtrekken. Maar dat wil niet zeggen dat de leden van de expeditie er nu ook het bijtje bij moeten neerleggen.

Het was de bedoeling een soort reportage te geven, langs welke weg een op zich niet zo alledaags ontwerp, ook experimenteel tot stand kan komen. Misschien is het wetenschappelijk niet allemaal verantwoord, maar het werkt, en het werkt goed.

Een pasklaar bouwontwerp is het niet helemaal. Daarvoor zijn bewust te veel vragen open gelaten. Wat te doen bijv. als er geen blok golf beschikbaar is? Ook verbeteringen en andere varianten zijn zeker denkbaar. Zo veroorzaakt het verbreden van de basis met P1 enige toename van de totale weergeefsterkte, die bijv. door evenredige verzwakking van het M-kanaal kan worden opgeheven. Andere mogelijkheden zijn: toepassing van stappenschakelaars voor P1 en P2. Hoge uitsturing zonder richtingsregeling, enz. Er is alle gelegenheid nog tot andere mogelijkheden te komen. De opzet is geweest van nabouwen tot zelf mee ontwerpen te komen. Dat dit mogelijk is met een beperkt instrumentarium en zonder lange formules, is hiermee hopelijk voldoende bewezen.

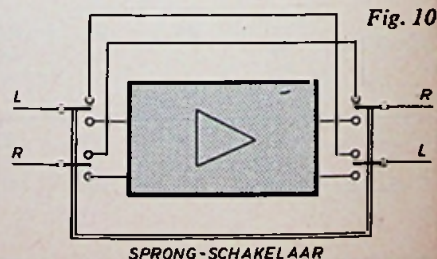


Fig. 10

SPRONG-SCHAKELAAR

# Filters zonder spoelen

## ONTWERP VAN ACTIEVE RC-FILTERS MET LADDERNETWERKEN EN OPERATIONELE VERSTERKERS

W. M. G. VAN BOKHOVEN

DEEL 2

In de vorige aflevering, *RE-19* - blz. 778, is uiteengezet hoe men op eenvoudige wijze de kettingmatrix van een laddernetwerk kan berekenen. Dezelfde methode zal nu worden toegepast op RC-netwerken en hiervoor verder worden geschematiseerd.

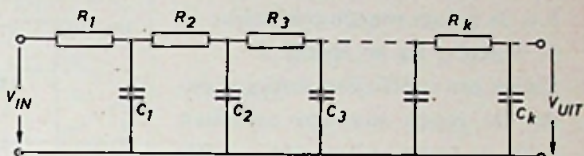


Fig. 6

### RC-Laddernetwerken

De hierna te behandelen netwerken zijn allen van de vorm van fig. 6 met weerstanden in de serie-takken en capaciteiten in de shunttakken. Voor de serie impedanties geldt:  $Z_k = R_k$ . De shunt admittanties geven:  $Y_k = j\omega C_k = pC_k$ , waarin  $p = j\omega$ , en  $\omega$  de hoekfrequentie is.

Daar in het onderhavige geval de verhouding tussen in- en uitgangsspanning van belang is als het netwerk als

filter wordt gebruikt, hoeft men van de kettingmatrix alleen  $k_{11}$  te berekenen omdat  $V_{uit}/V_{in} = 1/k_{11}$ . Aangezien verder het netwerk begint met een serie-element en eindigt met een shunt-element dient als startgroep 0 1 te worden genomen waarbij dan het laatste element van deze regel de term  $k_{11}$  oplevert. De andere rij wordt niet berekend omdat deze termen niet van belang zijn.

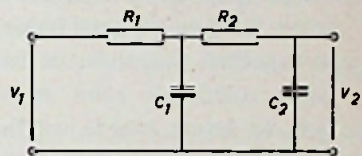


Fig. 7

Voor het netwerk van fig. 7 verloopt de berekening als volgt:  $Z_1 = R_1$ ;  $Y_1 = pC_1$ ;  $Z_2 = R_2$ ;  $Y_2 = pC_2$ . Het schema wordt dan:

	$R_1$	$pC_1$	$R_2$	$pC_2$
0 1	$R_1$	$1 + pR_1C_1$	$R_1 + R_2 + pR_1R_2C_1$	$1 + [(R_1 + R_2)C_2 + R_1C_1]p + R_1R_2C_1C_2p^2$

Uit het schema volgt:  $V_2/V_1 = 1/k_{11} = 1/[1 + [(R_1 + R_2)C_2 + R_1C_1]p + R_1R_2C_1C_2p^2]$

Aan de hand van het schema zit men eenvoudig dat de termen van de tweede rij steeds polynomen zijn in  $p$ . Naarmate het netwerk meer elementen bevat worden deze veeltermen steeds groter.

Daar een veelterm in  $p$  wordt vastgelegd door de coëfficiënten van de verschillende machten van  $p$ , kunnen we in feite volstaan met alleen de coëfficiënten te berekenen en in het

schema daartoe de eerste *rekenregel* bestemmen voor de coëfficiënten van  $p^0$ , de tweede regel voor die van  $p^1$ , de derde regel voor die van  $p^2$  enz.

en zo de coëfficiënten van ieder polynoom verticaal weergeven. In deze vorm wordt het schema voor fig. 7 als volgt omgewerkt:

		$R_1$	$pC_1$	$R_2$	$pC_2$
$p^0$	0 1	$R_1$	1	$R_1 + R_2$	1
$p^1$		0	$R_1C_1$	$R_1R_2C_1$	$R_1C_1 + C_2(R_1 + R_2)$
$p^2$		0	0	0	$R_1R_2C_1C_2$

De coëfficiënten kunnen ook rechtstreeks uit dit schema worden bepaald via de volgende regels:

Indien een coëfficiënt verticaal onder de plaats van een weerstand komt te staan, wordt deze gelijk aan de coëfficiënt op dezelfde regel twee kolommen terug opgeteld bij het produkt van de coëfficiënt op dezelfde regel één kolom terug met de weerstand waaronder de betreffende coëfficiënt komt te staan b.v. 3e kolom tweede coëfficiënt =  $0 + R_1 C_1 \cdot R_2 = R_1 R_2 C_1$ .

Indien een coëfficiënt verticaal onder de plaats van een capaciteit komt te staan, wordt deze gelijk aan de coëfficiënt op dezelfde regel twee kolommen terug opgeteld bij het produkt van de coëfficiënt één kolom terug en één regel hoger met de capaciteit waaronder de betreffende coëfficiënt komt te staan (b.v. 4e kolom tweede coëfficiënt =  $R_1 C_1 + (R_1 + R_2) \cdot C_2$ ).

De berekening verloopt het eenvoudigst als men kolom voor kolom berekent waarbij men erop moet letten dat bij een kolom onder een capaciteit aangekomen het aantal coëfficiënten steeds met één toeneemt.

Wanneer verder nog de vereenvoudiging wordt doorgevoerd waarbij de eerste kolom  $p^0$  t/m  $p^2$  alsmede alle nullen worden weggelaten en van de admittantie alleen de capaciteitswaarde wordt aangegeven met in plaats van de factor  $p$  een streepje boven het getal om kenbaar te maken dat het een capaciteit betreft, dan zal het coëfficiëntenschema een eenvoudige getalvorm aannemen waarin alle coëfficiënten snel zijn uit te rekenen en hiermede de overdrachtsfunctie vast ligt.

Met deze regels wordt het netwerk van figuur 8 berekend:

	1	$\bar{2}$	1	$\bar{1}$
0	1	1	2	1
		2	2	4
				2

Uit de laatste kolom van het schema leest men af:

$$V_2/V_1 = 1/k_{11} = 1/(2p^2 + 4p + 1).$$

Op deze manier kan de overdrachtsfunctie snel worden berekend zonder dat ook maar één spannings- of stroomvergelijking wordt opgeschreven!

Tot slot als voorbeeld de berekening van een derde orde netwerk (fig. 9)

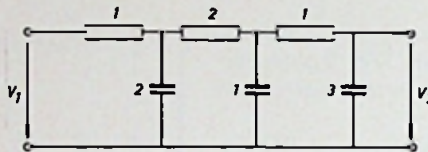


Fig. 9

	1	$\bar{2}$	2	$\bar{1}$	1	$\bar{3}$
0	1	1	3	1	4	1
		2	4	5	9	17
			4	4	3	1
						12

Hieruit volgt:

$$V_2/V_1 = 1/(12 p^3 + 31 p^2 + 17 p + 1).$$

### Equivalentie tussen bepaalde RCL-filters en RC-laddernetwerken

In het voorgaande is van enkele RC-laddernetwerken de overdrachtsfunctie  $V_2/V_1$  als functie van  $p = j\omega$  bepaald. Men kan zich nu afvragen of het mogelijk is met deze laddernetwerken ook overdrachtsfuncties te realiseren die men gewoonlijk met RCL-filters verkrijgt (waarin wel spoelen voorkomen). Het antwoord hierop moet ontkennend luiden omdat de RC-ladderfilters een bijzondere klasse vormen in de groep van overdrachtsfuncties die realiseerbaar zijn met RCL-filters. Dit houdt dus in dat

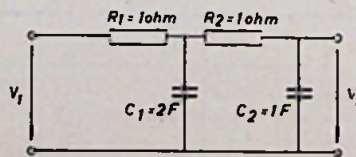


Fig. 8

slechts een bepaald gedeelte van de RCL-netwerken door RC-ladders kan worden vervangen. Een voorbeeld van zo'n netwerk is de schakeling van fig. 10.

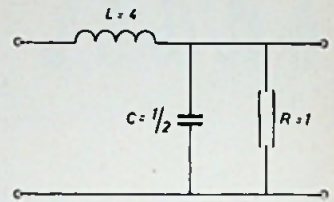


Fig. 10

Indien hiervan de overdrachtsfunctie wordt berekend vinden we via het oorspronkelijk schema: met

$$Z_1 = j\omega L = pL = 4p$$

en

$$Y_1 = j\omega C + 1/R = pC + 1/R = \frac{1}{2}p + 1$$

	$Z_1 = 4p$	$Y_1 = \frac{1}{2}p + 1$
0	1	$4p$
		$2p^2 + 4p + 1$

Hieruit volgt dus

$$V_2/V_1 = 1/(2p^2 + 4p + 1) \dots (8)$$

Deze overdrachtsfunctie blijkt dezelfde te zijn als die van het RC-laddernetwerk van fig. 8. Om een filter met deze overdrachtsfunctie te realiseren kan men in plaats van de schakeling van fig. 10 met spoelen, de equivalente schakeling van fig. 8 nemen zonder spoelen.

Het criterium voor het al dan niet benodigd zijn van spoelen is gelegen in de aard van de nulpunten van de noemer van de overdrachtsfunctie (de zogenaamde „polen”).

Algemeen geldt dat slechts indien de polen van de overdrachtsfunctie negatief reëel zijn, het netwerk realiseerbaar is met RC-elementen.

Wanneer de overdrachtsfunctie (8) aan deze stelling wordt getoetst, dienen we de polen van (8) te berekenen.

Deze volgen dan door de noemer



gelijk aan nul te stellen wat de volgende vierkantsvergelijking in  $p$  oplevert:  $2p^2 + 4p + 1 = 0$  met als oplossing

$$p_{1,2} = \frac{-2 \pm \sqrt{2}}{2}$$

dus:  $p_1 = -1.707$  en  $p_2 = -0.293$ .

Daar beide polen negatief reëel zijn kan het netwerk met RC-elementen worden gerealiseerd, zoals reeds bekend was.

Geheel anders is dit voor de overdrachtsfunctie  $V_2/V_1 = 1/(p^2 + p + 1)$ . De polen hiervan volgen nl. uit  $p^2 + p + 1 = 0$ .

$$\text{Dit levert: } p_{1,2} = \frac{-1 \pm j\sqrt{3}}{2}$$

Beide polen blijken in dit geval complex te zijn en van een realisatie met RC-elementen alleen kan dus geen sprake zijn. Door deze simpele test kan men zich de moeite van het te vergeefs zoeken naar een geschikt RC-netwerk besparen.

In het geval van complexe polen is men in eerste instantie aangewezen op RCL-netwerken. Zodra men echter RC-ladders gaat samenvoegen met actieve elementen zoals versterkers, blijkt men ook complexe polen te kunnen realiseren. Deze actieve filters zullen nu aan de orde komen.

### Actieve filters met een A-maal versterker

De berekening van deze actieve filters kan het eenvoudigst aan een voorbeeld worden gedemonstreerd.

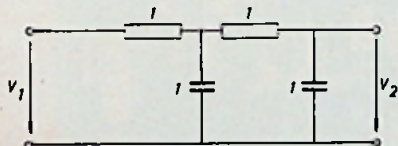


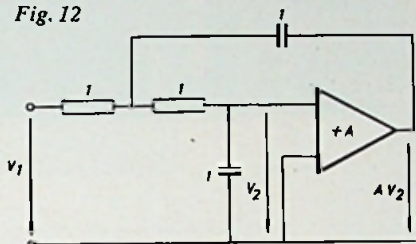
Fig. 11

Beschouw hiertoe de ladder van fig. 11 waarin nog geen versterker is opgenomen. Voor de berekening van de overdrachtsfunctie maken we weer gebruik van het schema.

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & \bar{1} & 1 & \bar{1} \\ \hline 0 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ & \uparrow & 1 & 1 & 3 \\ & & & & 1 \end{array}$$

Dit levert  $V_1/V_2 = 1/(p^2 + 3p + 1)$  waarvan de polen uiteraard negatief reëel zijn. In de volgende stap wordt nu tussen de uitgang en de eerste capaciteit een  $+A$  maal versterker aangebracht waarvan de ingangsimpedantie oneindig hoog en de uitgangsimpedantie nul wordt verondersteld (zie fig. 12).

Fig. 12



Wanneer  $V_2/V_1 = 1/k_{11A}$  gesteld wordt blijkt de term  $k_{11A}$  uit het schema voor het passieve netwerk van figuur 11 als volgt te kunnen worden afgeleid (zonder bewijs).

De term  $k_{11A}$  van het actieve netwerk is gelijk aan  $k_{11}$  van het passieve netwerk verminderd met het produkt van de versterking  $A$  met de teruggekoppelde admittantie en met het poly-

noom uit de kolom die in het schema aan deze admittantie vooraf gaat. De regel lijkt vrij ingewikkeld doch als men enkele voorbeelden doorwerkt en handigheid krijgt in de toepassing blijkt dit best mee te vallen. In het onderhavige geval is de teruggekoppelde admittantie gelijk aan  $p$  en het in het schema hieraan vooraf gaande polynoom is simpel het getal 1 (zie pijl).

$$\begin{aligned} \text{Dus } k_{11A} &= k_{11} - A \cdot p \cdot 1 = \\ &= p^2 + 3p + 1 - A \cdot p = \\ &= p^2 + (3-A)p + 1. \end{aligned}$$

Dit geeft

$$\begin{aligned} V_2/V_1 &= 1/k_{11A} = \\ &= 1/[p^2 + (3-A)p + 1] \end{aligned}$$

Wordt  $A = 2$  genomen dan vindt men  $V_2/V_1 = 1/(p^2 + p + 1)$ , waarvan de polen complex zijn zoals reeds eerder was berekend.

(Wordt vervolgd)

**Errata:** In de vorige aflevering zijn enkele fouten geslopen. In formule (4) en (5) moet staan  $k_{21}$  inplaats van  $k_{12}$ . In dezelfde alinea moet staan  $Z_i = k_{11}/k_{21}$ . Verder dienen beide regels in het kader naast fig. 3 te worden omgewisseld. Op pag. 780 onder B dient te staan „serie element” i.p.v. shunt element”.

## COMPUTER-AANSLUITING VIA SATELLIET

General Electric kondigde de plannen aan tot het investeren van 34 miljoen dollar in een net voor informatieverwerking dat alle grote steden van de V.S. in een communicatie- en computersysteem omvat en waarop men zich voor on-line dienstverlening kan abonneren.

Het eerste deel van het net bevindt zich in de laatste testfase en heeft Cleveland, Ohio, als centrum. Begin van de herfst zal de plaatselijke dienstverlening aangevangen voor abonnees in bijna 40 stedelijke gebieden.

Deze investering en het initiatief tot het uitbreiden van de huidige computerservice op nationale schaal betekenen een zeer belangrijke vergroting van GE's dienstverlenings-aanbod, zo deelde Paul W. Sage, van de Information Services Div., mede.

Erop wijzend dat de huidige markt voor on-line computerservice momenteel geschat wordt op 150 miljoen dollar, vermeldde Sage dat het net, GE in staat stelt al die diensten aan te bieden die volgens prognoses in 1975 een markt van 1,5 tot 2 miljard dollar zullen doen ontstaan.

Voor het eerst zullen bedrijven, die op

ationale schaal opereren, gebruik kunnen maken van een compleet systeem van informatieverwerking op afstand, waarin communicatietechnieken, informatieverwerking en simultane toegang tot gecentraliseerde informatie zijn gecombineerd.

Deze mogelijkheid zal die bedrijven in staat stellen tot de ontwikkeling van hun eigen gespecialiseerde informatiesystemen waarmee hun medewerkers zaken als orderbehandeling, voorraadbeheer, marktanalyse en gegevensbehandeling kunnen verrichten.

Sage deelde mee dat overwogen wordt het net via een communicatie-satelliet aan te sluiten op geselecteerde stedelijke gebieden in Europa. Verscheidene gebieden worden daartoe thans geëvalueerd, zo deelde hij mede, daaraan toevoegend dat men in die steden, welke worden gekozen, in staat zal zijn een plaatselijk telefoonnummer in Europa te draaien om het computersysteem in de V.S. te gebruiken. Tegelijk met de ontwikkeling van het net breidt GE zijn aanbod van time-sharing conversatie-faciliteiten uit door de invoering van nieuwe diensten op het gebied van directe gegevensverwerking.

# LOGARITHMISCHE VERHOUDINGSMETER

## voor twee stromen tussen $10^{-10}$ en $10^{-5}$ A

door

J. J. LANGERAK

Fysisch Laboratorium der  
Rijksuniversiteit - Utrecht

DEEL 2

praktijk uit het lab

Verdere details:

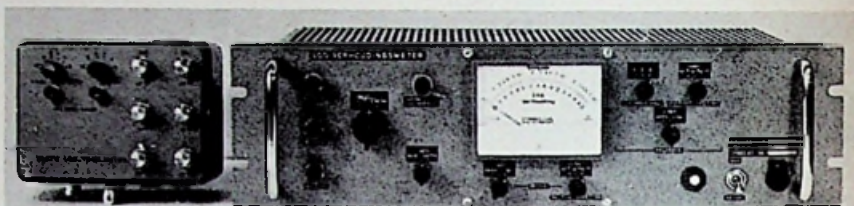
### Rekencircuits en uitgang (fig. 6)

Voor de geheugenversterkers V4 en V5 zijn dezelfde prints gebruikt als voor de voorversterkers. De versterkers zijn hier echter als  $+1 \times$  versterker gebruikt. Tussen de  $+$  en  $-$  ingang is een diode aangebracht tegen latch-up. C3 en C4 dienen als geheugencondensator, de  $1 \text{ k}\Omega$  voorweerstand zijn voor stroombegrenzing bij het op- en ontladen van de condensatoren.

Het uitgangssignaal van V5 wordt door V6 van teken veranderd. De meter en de recorder hebben steeds een gevoeligheid van  $1 \text{ V}$  volle schaal. Daar de uitgangsspanning van de log. versterker  $1 \text{ V}$  per decade is, moet deze worden verzwakt wanneer men meer dan 1 decade volle schaal wil meten. Bij het meten van verhoudingen zorgt de decadeschakelaar S5 dat dit gebeurt. Wil men bijv. verhoudingen meten tot  $1 : 1000$ , dus 3 decaden, dan wordt S5 in de stand „3” gezet; de voorweerstand is dan  $60 \text{ k}\Omega$  terwijl de tegenkoppelweerstand van V7  $20 \text{ k}\Omega$  bedraagt, hetgeen een verzwakking van  $3 \times$  oplevert.

Daar de meter alléén een 3-decadeschaal heeft, moet hiervoor weer worden gecorrigeerd, dit gebeurt d.m.v. S5. S6 bepaalt wat men op de recorder wil meten, terwijl S3 dit voor de meter doet.

Zoals hiervoor reeds werd beschreven, is bij stroommeting de schaal van meter en recorder steeds 3 decaden. Het beginpunt van de meter wordt gekozen met S4, dat van de recorder met S7. Stel dat men voor ref. stroommeting het beginpunt van de meter bij  $10^{-10} \text{ A}$  wil hebben, ter-



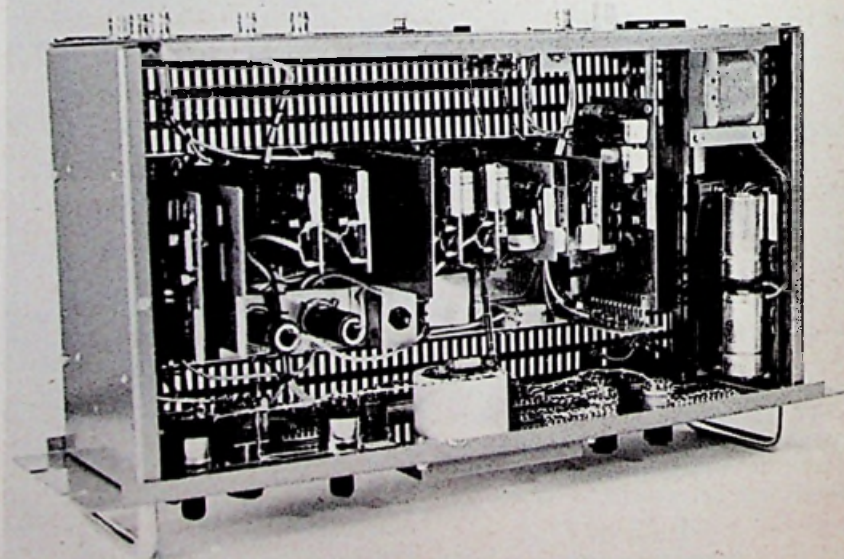
wijl de ref. ingangsstroom op dat moment  $10^{-10} \text{ A}$  is. De uitgangsspanning van de log. versterker is  $+4 \text{ V}$  bij deze stroom (fig. 2) en deze spanning komt ook uit het ref. geheugen. V9 krijgt nu twee signalen aangeboden, welke samen aan de uitgang  $0 \text{ V}$  moeten opleveren. Het ref. signaal krijgt een voorweerstand van  $60 \text{ k}\Omega$  hetgeen nodig is om samen met de  $20 \text{ k}\Omega$  tegenkoppelweerstand een gevoeligheid van 3 decaden f.s.d. te veroorzaken.

De uitgangsspanning t.g.v. het ref. signaal wordt nu  $-1\frac{1}{3} \text{ V}$ , terwijl het signaal via S4  $+1\frac{1}{3} \text{ V}$  oplevert, hetgeen samen  $0$  is. Stijgt de ref.

stroom tot  $10^{-7} \text{ A}$  dan wordt volgens fig. 2 de uitgangsspanning van de log. versterker  $+1 \text{ V}$ , dit is  $-1\frac{1}{3} \text{ V}$  aan de uitgang van V9. Samen met de spanning uit S4 van  $+1\frac{1}{3} \text{ V}$  levert dit  $1 \text{ V}$  op, hetgeen de volle schaalwaarde van de meter is. Op deze wijze zijn ook de andere standen van S4 na te gaan, evenals die van S7.

### Choppersturing (fig. 7)

De synchronisatie-blokspanning welke afkomstig is van de aandrijving van het spiegelkje wordt eerst door de comparator genormaliseerd op ca  $5 \text{ V}_{\text{tt}}$ . Het laagdoorlaatfilter maakt



Afb. 3. Deze foto geeft een overzicht van het binnenwerk van de logarithmische verhoudingsmeter. De printjes zijn in volgorde van nummering v.l.n.r. aangebracht en dankzij de varicon-connectors gemakkelijk uitneembaar.



op-amp een eindtrapje gemaakt dat de choppers stuurt. Door de sterke tegenkoppeling in dit eindtrapje wordt de vervorming, welke ontstaat doordat beide eindtransistoren met basis en emitter aan elkaar zitten, en dus geen voorinstelling hebben, tot een zeer kleine waarde teruggebracht. Om de juiste verblijftijden te verkrijgen heeft chopper 2 een voorschakelweerstand. Hierdoor wordt de chopper ongevoeliger en de vliegtijd langer. Vooral de contacten van chopper 2b krijgen een veel kortere verblijftijd (40 ms), deze tijd is in te stellen met de voorweerstand. Hoe-

wel het hier 60 Hz choppers betreft, blijken deze ook op 5,5 Hz uitstekend te werken, mits ze met een sinusvormige spanning worden gestuurd, anders gaan ze „rinkelen”. De verhouding tussen vlieg- en verblijftijd blijft gelijk aan die bij 60 (of 50) Hz, terwijl er nagenoeg geen contact-bounce optreedt.

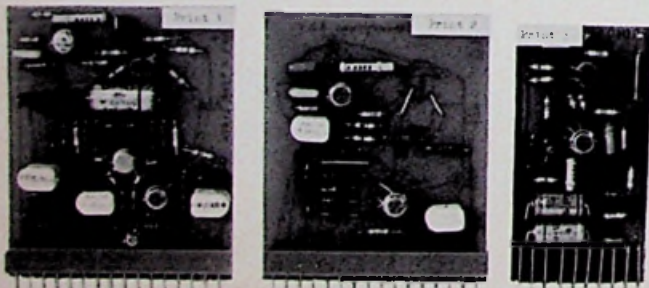
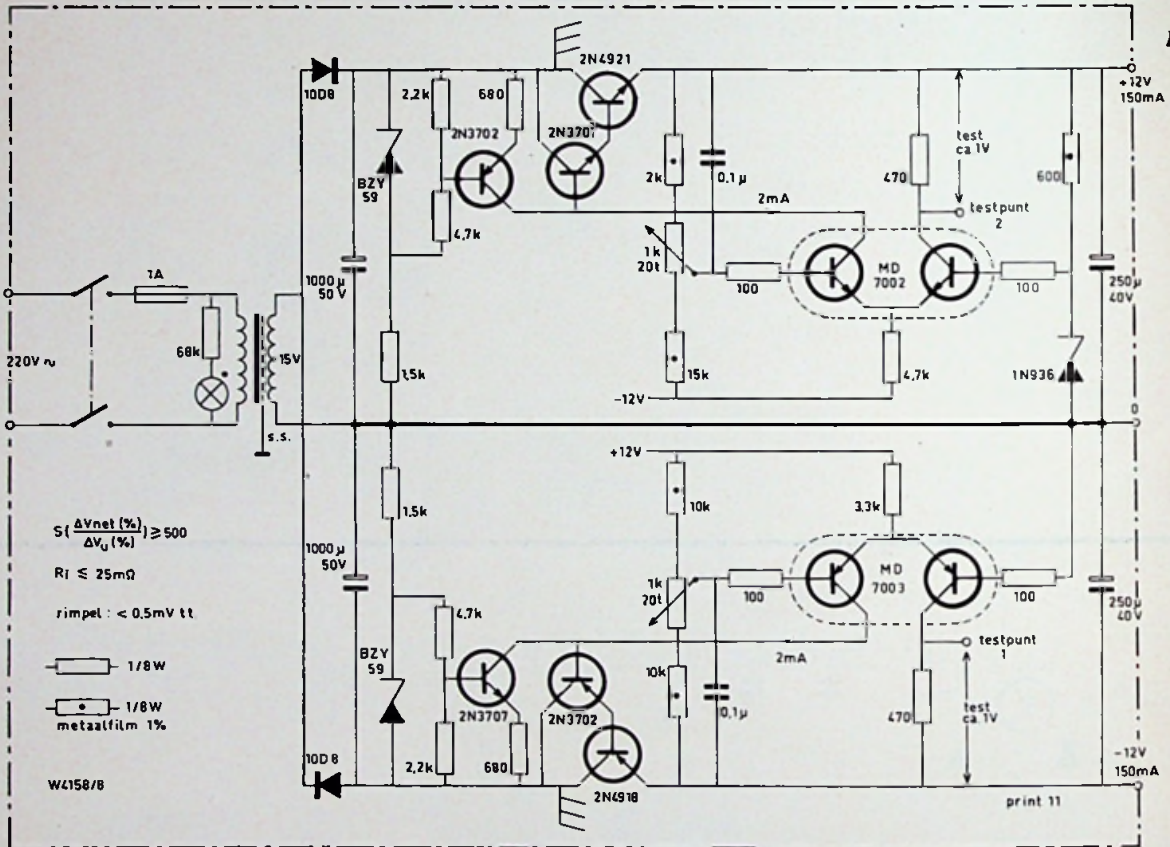
**+ en -12 V voeding (fig. 8)**

De ingebouwde voeding heeft een uitgangsspanning welke onder normale omstandigheden binnen 0,1 % van de ingestelde waarde blijft. De spanningen moeten op 12 V ± 0,1 %

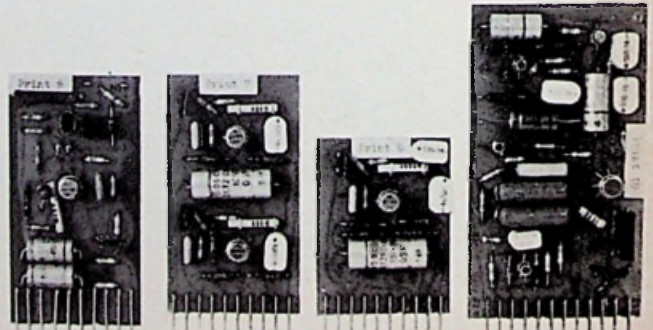
worden ingesteld; dit is nodig omdat de ijkstroom er rechtstreeks van afhankelijk is; evenals de instelling van het beginpunt van meter en recorder bij stroommeting. De doorlaattransistoren zijn op de print gemonteerd; ze hebben elk een koelvlakje van 7 cm<sup>2</sup> aluminium van 1,5 mm dikte.

**Constructie**

Het apparaat is gebouwd in een standaardkast voor 19" rekmontage. Zoals uit de tekeningen en foto's blijkt, is een groot gedeelte van de schakeling ondergebracht op een 11-tal printjes. (Vervolg blz. 984)



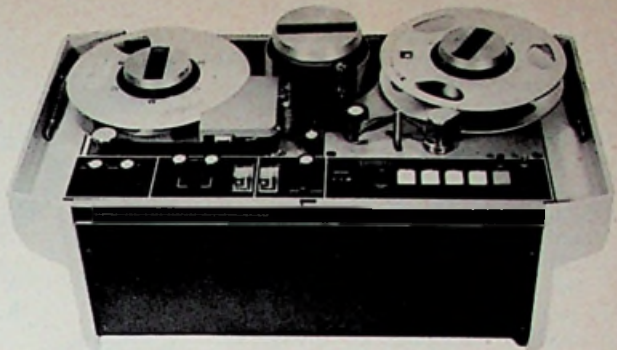
Afb. 4. Een opname van de logarithmische versterker (print 1 + print 2) en één van de FET-voorversterkers.



Afb. 5. Hier v.l.n.r. het sample-geheugen (print 6), de omkeer- en verschilversterkers (print 7), de recorder-versterker (print 8) en print 10, waarop zich de chopper-sturing bevindt.



# 6e Internationale TV-SYMPOSIUM Montreux - 1969



## IVC-800

### kleurenmagnetoscoop

Een van de meest recente beeldband-recorders met diagonale aftasting is het model IVC-800, geproduceerd door de vrij jonge Amerikaanse firma „International Video Corporation”. Op het televisie-symposium van Montreux in mei 1969 trok hij dan ook veel belangstelling, mede door de interessante eigenschappen, zoals de mogelijkheid tot opnemen en weergeven van kleurentelevisie-signalen in NTSC, PAL of SECAM.

Dit door IVC ontworpen en vervaardigd apparaat zal zeer waarschijnlijk door de firma zelf worden verkocht op de Europese markt. Dit neemt niet weg dat ook vertegenwoordigers van Bell & Howell de machine leveren, zodat deze met diverse merkaanduidingen voorkomen. In Europa verkocht ook de Franse firma Thomson deze apparaten. Talrijke diagonaalsystemen werden reeds beproefd tijdens de laatste jaren en werden in uitgebreide variëteit recorders voor huiskamergebruik geïntroduceerd. Practisch geen van deze apparaten werden echter *uitdrukkelijk* ontworpen voor kleurentelevisie. Bijna allen werden ze opgezet voor achrome signalen en later gewijzigd en bewerkt om ook nog voor kleur-signalen meer of minder geschikt te zijn.

Bij IVC werden er, alvorens aan de ontwikkeling van de IVC-800 videorecorder te beginnen, een aantal eigenschappen bepaald, gebaseerd op de reeds voorhanden zijnde handels-recorders en op de wensen van gebruikers en toekomstige gebruikers. De punten waren:

1e. de mogelijkheid om goed NTSC, PAL en SECAM te kunnen registreren in de oorspronkelijke vorm met een bandbreedte van 5 MHz en een uitstekende signaal/ruisverhouding.

2e. de recorder moet draagbaar zijn, klein, licht en de mogelijkheid bieden tot inbouw in een rek en afstandbediening hebben.

3e. het ontwerp moet een minimum hoeveelheid magneetband vergen, die bovendien uitwisselbaar moet zijn met andere IVC-recorders.

4e. de recorder moet betrouwbaar zijn en gemakkelijk bedienbaar.

Aan een aantal van deze eisen kan alleen worden voldaan als de transportsnelheid van de band beduidend lager dan gebruikelijk wordt genomen. Om de snelheid van 17 cm/s te kunnen bereiken *zonder verlies van de beeldkwaliteit* werden er verschil-

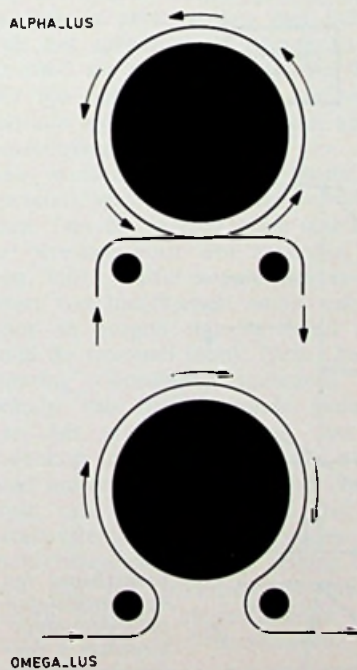


Fig. 1. *Alfalus. Methode waarop de magneetband rondom de trommel ligt. Hierbij wordt de 360° volledig gebruikt.*

#### Specificaties:

Diagonaal (spiraal) opname en weergave  
Opneemduur: 1 uur  
Bandtransportsnelheid: 17,1 cm/s  $\pm$  0,15 %  
Band: 1" breed op 20 cm-spoelen.  
Afmetingen incl. behuizing:  
61 x 23,2 x 33,5 cm.  
Gewicht: 35 kg.  
Afmetingen voor rek- inbouw  
48,2 x 31 x 24,5 cm.  
Gewicht: 27 kg.

#### Bedieningsorganen

Drukknoppen: weergave, opname, terugspoelen, stop.  
Knoppen: aan/uit - tracking, spanning, kleurvergrendeling, video-, cue- en audio-opnameniveau's.  
Net: 210 - 240 volt AC - 50 Hz - 350 W maximum.

#### Videoweergave:

Achroom: 30 Hz/5 MHz; +1 dB/-3 dB.

#### PAL - kleursignaal:

Luminantieweergave: 30 Hz tot 3,2 MHz binnen +1 dB en -3 dB.

Chrominantieweergave: tussen 3,6 MHz en 5 MHz.

Secam-kleursignaal: 30 Hz tot 5 MHz tussen +1 dB en -3 dB.

Signaal- ruisverhouding:  
41 dB (top-topsignaal/Veff. ruis).

Ingangsniveau: 0,5 tot 2Vtt (BOS).

#### Standaard:

Alle standaarden met 50 Hz-rasterfrequentie, achroom of kleurensignalen PAL en SECAM.

#### Uitgangen:

twee uitgangen, één voor achroom, de andere voor het kleurensignaal.

#### Stabiliteit:

de horizontale jitter is minder dan 0,5 % van de beeldbreedte.

#### Audio (twee kanalen)

##### Bandbreedte:

Kanaal 1: 75 Hz tot 10 kHz,  $\pm$ 4 dB.

Kanaal 2: 75 Hz tot 6,5 kHz,  $\pm$ 4 dB

##### Signaal/ruisverhouding (beide kanalen)

40 dB voor een distorsie van 3 % bij 400 Hz.

Overspraakdemping tussen de kanalen -40 dB max.

##### WOW en flutter:

minder dan 0,25 % effectief.

##### Ingangen: (beide kanalen)

het microfooningangsniveau bedraagt minimum 0,2 mV, 200 ohm nominaal; het lijningangsniveau ligt tussen -20 dB en +16 dB (+4 dBm nominaal), 600  $\Omega$  symmetrisch of asymmetrisch.

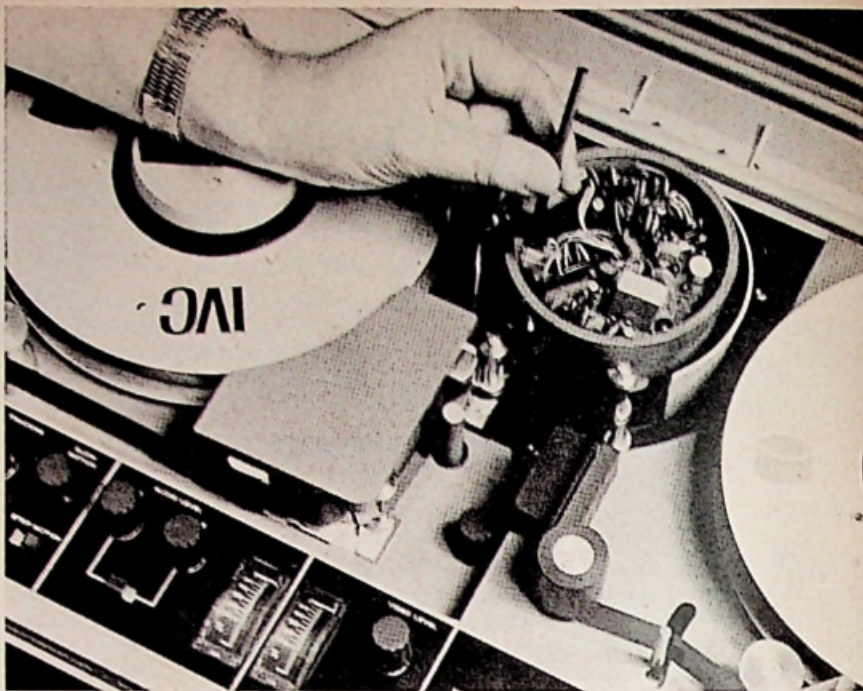
lende maatregelen getroffen. Zo wordt de volledige breedte van de 25,4 mm beeldband benut, ook daar waar gewoonlijk een aanzienlijk gedeelte wordt ingenomen door het audiospoor. Een totaal nieuwe methode werd daarbij uitgedacht, waarmede het video- en het audiosignaal door elkaar op de band worden geregistreerd, zonder dat hieruit enige interferentie of diafonie ontstaat.

De introductie van de alfa (fig. 1) (alfa  $\alpha$  in tegenstelling tot de gebruikelijke omegagalus  $\Omega$ ) draagt verder nog bij tot het efficiënte bandgebruik, omdat dit het tijd-interval beperkt waarin de kop niet in contact is met de band. Als de transport-snelheid van de band lager is, dan dient de videoschrijfsnelheid van de roterende opneem- of leeskop ook lager te worden genomen. Uiteindelijk is de schrijfsnelheid van 18,36 m/s voldoende voor de registratie van een signaal met een bandbreedte van 5 MHz, mits er op de moderne ferriet- videokoppen met nauwe spleet een beroep wordt gedaan.

### Modulatie

Voor de modulatie van het video-

signaal werd afgezien van frequentie-modulatie, doch de impulsintervalmodulatie (PIM) gekozen, teneinde een



Afb. 4. Het vervangen van de kop is eenvoudig en kan gemakkelijk door onervaren personeel worden uitgevoerd, door middel van een speciale sleutel welke in de behuizing is geplaatst. De gehele operatie duurt slechts 60 seconden.

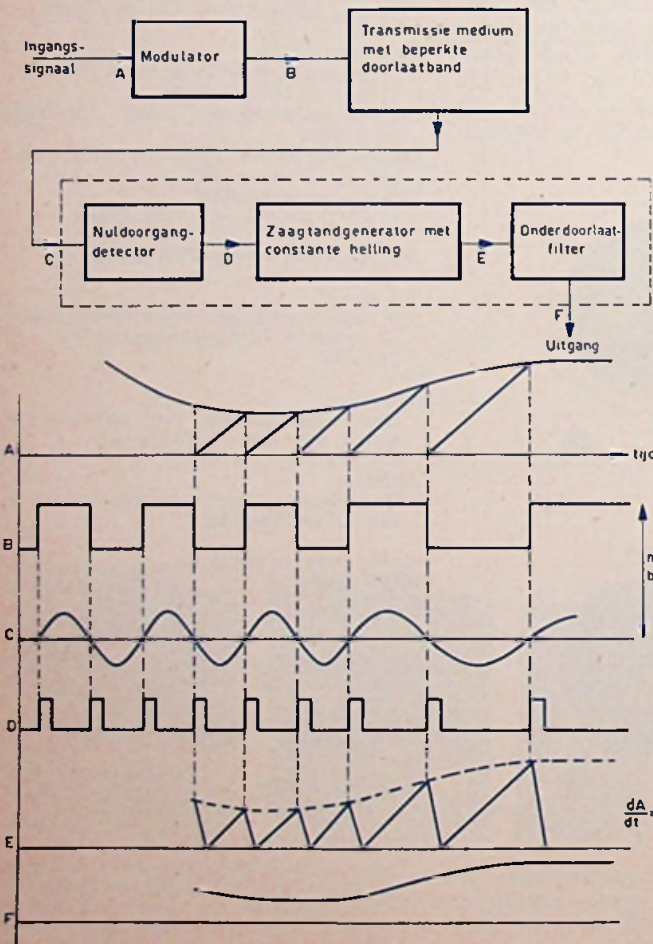
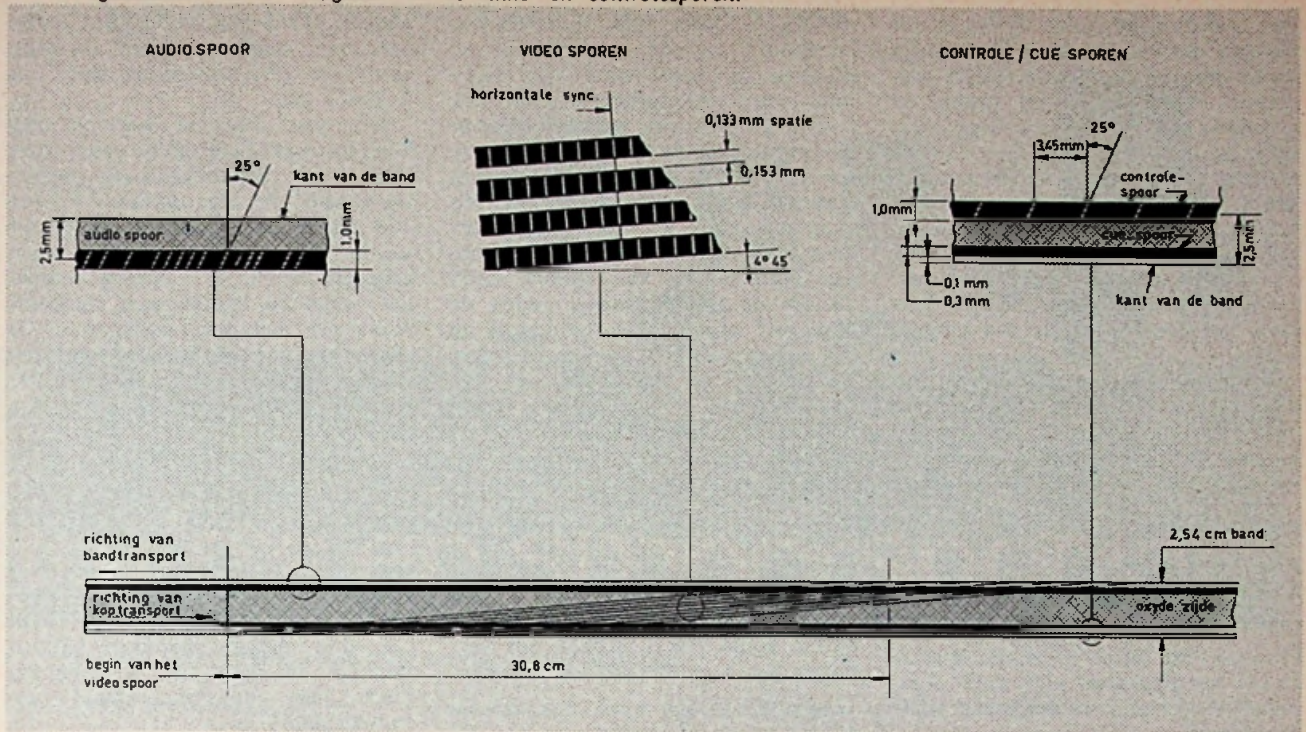


Fig. 2. Blokschema van het modulator-band-demodulatorproces voor impulsintervalmodulatie (PIM) en de overeenkomende spanningvormen.

betere signaal-/ruisverhouding te verkrijgen. Volgens deze methode worden impulsen van constante tijdsduur opgewekt, welke dan van elkaar gescheiden zijn door een tijdinterval dat een functie is van de amplitude van het videosignaal. Fig. 2 geeft hiervan het blokschema en de overeenkomende golfvormen.

Aan de ingang van de modulator wordt het videosignaal toegevoerd, waarvan de amplitude  $V$  varieert als functie van de tijd (signaal A). De modulator is ontworpen om een kanteelsignaal af te leveren zoals in B wordt voorgesteld. De halve periodeduur van deze kanteelspanning varieert evenredig met de amplitude  $V$  van het ingangssignaal. De modulatiemethode is uniek in die zin, dat het uitgangssignaal geen referentiepunten in de tijd bezit, zoals dat het geval is voor de conventionele impulsbreedtemodulatie. De opgewekte golfvorm is dus niet synchroon en de methode heeft meer weg van frequentiemodulatie dan van impulsmodulatie. Dit signaal wordt nu geregistreerd, waarbij de informatie door de onvermijdelijke frequentiebeperking van de doorlaatband tot sinusvormige signalen wordt omgezet (C). Bij het weergeven worden deze sinussignalen

Fig. 3. In bijgaande figuur ziet men duidelijk het rendement van de band door het gebruik van de volledige breedte, niet-tegenstaande de aanwezigheid van de audio- en controlesporen.



aan een nuldoorgangdetector toegevoerd, die bij elke nuldoorgang een korte impuls met constante breedte opwekt (D). Het tijdsinterval tussen de opeenvolgende impulsen zal bijgevolg een functie zijn van de halve periodeduur en dus van de amplitude (V) van het videosignaal. Vervolgens starten deze impulsen een zaagtand-generator die een spanning aflevert met constante helling. Bepaald door het tijdsinterval zal de amplitude van de zaagtand groot of klein zijn (E).

Het complete signaal is dan in feite een draaggolf (zaagtanden), welke in amplitude is gemoduleerd door het videosignaal. Na een onderdoorlaat filter te hebben doorlopen is de draaggolf verdwenen en blijft slechts de video-informatie over (F).

Met deze methode werd de vrij goede signaal/ruisverhouding verkregen van 41 dB (signaal  $V_{it}$ /ruis  $V_{eff}$ ), rekening houdend met de doorlaatband (5 MHz) en de doorlaatsnelheid. Door die lage snelheid van 17 cm/s is het mogelijk één uur op te nemen en weer te geven met een bandlengte van 700 meter op een spoel met een diameter van 20 cm.

Door de kleine spoelen, gecombineerd met de kleine aftasttrommel kon het geheel ook klein genoeg worden gehouden om te worden gemonteerd in een 19"-rek. Het totale gewicht bedraagt 35 kg.

### Stabiliteit

Om het opnemen en weergeven van gecodeerde kleursignalen met behoorlijke kwaliteit te realiseren zonder deze eerst in een ander systeem te moeten omvormen, is een voldoende hoge lees- en schrijfstabiliteit vereist om het chrominantiesignaal opnieuw te kunnen samenstellen met behulp van het salvosignaal. Aangezien de „burst” nu echter slechts één keer per lijn optreedt, zal elke snelheidsvariatie tijdens een lijntijd een kleurverschuiving veroorzaken, die niet kan worden gecorrigeerd omdat de variaties niet kunnen worden voorzien. Om de vereiste hoge stabiliteit te bereiken voor een recorder, die een  $360^\circ$  - alfalus gebruikt, is een soort van luchtkussen nodig, om ervoor te zorgen dat de band vlot rond de trommel loopt. Deze „luchtsmering” wordt voortgebracht met behulp van het roterende gedeelte van het aftastmechanisme, dat de videokop draagt. De lucht treedt naar buiten aan de boven- en onderzijde van het bandgedeelte dat het aftaststelsel passeert. Zonder dit luchtkussen zou de band neiging hebben aan het trommeloppervlak te kleven, hetgeen intermitterende snelheidsvariaties zou veroorzaken.

Een andere belangrijke vernieuwing is de plaats van de kaapstander. De meeste machines trekken de magneetband rond het schrijfgedeelte en

oefenen een lichte, mechanische spanning uit op de band aan de ingang van het aftaststelsel. Deze methode heeft het nadeel dat hij min of meer functioneert als een automatische rem. In het IVC-apparaat staat de kaapstander echter vóór het aftaststelsel en dient om de band met een preciese snelheid langs de kop te voeren. Het spannen van de band wordt verwezenlijkt door de opspoelhaspel. Deze techniek heeft tot resultaat dat het bandtransport rond de trommel vlot en ongestoord is en de band minder aan torsie onderhevig is. Het gebruik van 20 cm-haspels met de betrekkelijk kleine verandering van binnen- tot buitendiameter maakt een nauwkeurige snelheidscontrole mogelijk zonder gebruik te maken van een servosysteem.

### Uitwisseling van banden.

De uitwisseling van banden tussen recorders was tot nog toe vrij lastig. Bij het ontwerp van de IVC-800, werden de verschillende factoren geanalyseerd, die verantwoordelijk zijn voor een foutloze uitwisseling. De nodige maatregelen werden getroffen om ze elk afzonderlijk optimaal te maken. Bij het weergeven dient de kop precies het opgenomen spoor af te tasten, een spoor dat misschien door een andere kop of een andere machine werd geschreven. Hoe langer het spoor, hoe moeilijker de ge-

lijkkloop van kop en spoor wordt. Dank zij de lage bandsnelheid en de kleine trommeldiameter is het spoor minder dan 30 cm lang, belangrijk korter dan bij de meeste andere machines. De tussenruimte tussen de sporen is ook van belang. Deze „veiligheidszone” voorkomt het binnendringen van signalen van het nabuurspoor, als de kop slecht gecentreerd is, wegens bandrek of andere nadelige factoren. De IVC-800 gebruikt een videospoor van 0,15 mm en een tussenruimte van 0,07 mm (fig. 3), hetgeen eveneens breder is dan gebruikelijk.

Onder de andere ontwerpssnuffjes die bijdragen tot de betrouwbaarheid dient nog een draaiende transformator te worden vermeld, in plaats van borstels voor het toevoeren of afne-

men van het kop-videosignaal. Een zuivere rastersynchronisatie wordt verkregen door de overschakel- „dropout” na de rasterimpuls te plaatsen, in plaats van ervoor. Hierdoor wordt voorkomen dat de rasterafbuiging wordt getriggert door ruis in het dropout-interval. De ruis in dit interval en elders wordt bovendien ten nutte gemaakt om de uitgangsversterker te blokkeren, waardoor noch tijdens de raster-overgangen (verandering van spoor), noch als om de een of andere reden de draaggolf wegvalt, het ruissignaal op het scherm zichtbaar kan worden. Zelfs met een maximum aan betrouwbaarheid is er toch een zeker onderhoud vereist met het oog op de normale slijtage en eventuele ongewilde beschadiging. De videokop is

in een houder gemonteerd en vooraf gejusteerd, zodat hij ter plaatse kan worden vervangen, zelfs door personeel met weinig of geen ervaring, omdat er geen afregeling meer aan te pas komt.

Om van achrome werking naar kleurenregistratie over te gaan, dient slechts één insteekkaart te worden verwisseld. Na deze ombouw kunnen alle eerder opgenomen kleursignalen zonder meer in kleur worden weergegeven, omdat de achrome eenheid het volledige kleursignaal opneemt, maar dit niet kan weergeven. Op aanvraag kan deze machine ook worden geleverd met een uitrusting voor vertraagde weergave (slow-motion) en de elektronische montage van opeenvolgende videosequenties (electronic editing). (Wordt vervolgd)

## LOGARITHMISCHE VERHOUDINGSMETER

(Vervolg van blz. 980)

Hiervan zijn print 3 tot en met 6 en de voedingsprint (11) voor algemene doeleinden ontwikkelde standaardprints.

De overige prints zijn, daar het hier een éénmalig te bouwen apparaat be-

testen van het apparaat is een eenvoudig testkastje gemaakt. Dit kan tegelijk een ref.- en een samplestroom geven, zodat zowel stromen als verhoudingen kunnen worden gemeten.

D.m.v. reedrelais, welke worden gestuurd uit de choppersturing (fig. 7), worden de stromen om de beurt in 5,5 Hz tempo ingeschakeld, evenals

overbrugd zodat een gelijkstroom ontstaat welke op beter dan 1 % nauwkeurig moet worden ingesteld. De drie andere bereiken hebben, dankzij de gebruikte weerstanden, reeds een onnauwkeurigheid van minder dan 1 %.

### Nauwkeurigheid van het apparaat

Met behulp van het testkastje werd de nauwkeurigheid van het geheel gemeten, waarbij de volgende getallen uit de bus kwamen:

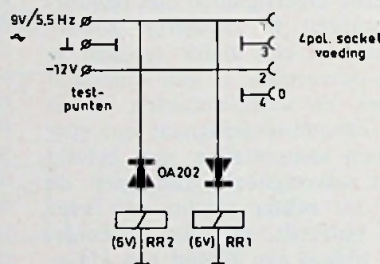
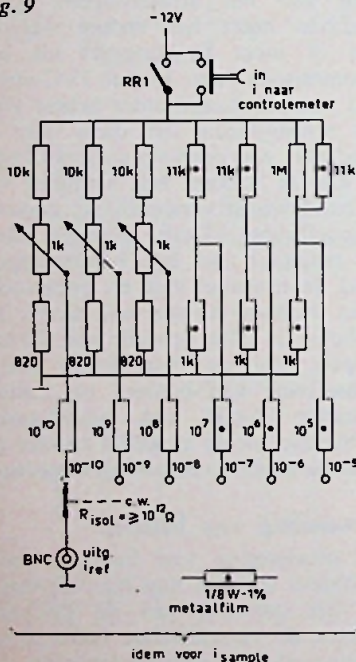
#### Stroommeting:

Fout van de uitgang spanning bij  $10^{-5} \text{ A} \geq i > 10^{-9} \text{ A}$ : max. 1 %.  
Fout van de uitgang spanning bij  $10^{-9} \text{ A} \geq i \geq 10^{-10} \text{ A}$ : max. 2 %.

#### Verhoudingsmeting:

Fout van de uitgang spanning bij stromen  $> 10^{-9} \text{ A}$ : max. 1 %.  
Fout van de uitgang spanning bij één der str.  $\leq 10^{-9} \text{ A}$ : max. 2 %.  
Fout van de uitgang spanning bij beide str.  $\leq 10^{-9} \text{ A}$ : max. 4 %.  
Hierbij werd de uitgangsspanning op de recorderuitgang (1 V) gemeten met een DVM. De opgegeven fout is gerekend t.o.v. de maximale uitgangsspanning (1 V).

Fig. 9



in de praktijk met de multiplierstromen het geval is. De drie laagste stroombereiken kunnen d.m.v. een instelpot.meter worden afgeregeld. Hiertoe moet een DC stroommeter op de (ref. of sample) uitgang worden aangesloten en de erbij behorende drukknop worden ingedrukt. Het betreffende reedrelais wordt dan

treft, met de hand op de printplaat getekend en op de gebruikelijke wijze in ijzer-chloride geëit. De prints zijn voorzien van varicon contacten, zodat ze gemakkelijk uitneembaar zijn.

### Testkastje (fig. 9)

Als waardevol hulpmiddel bij het

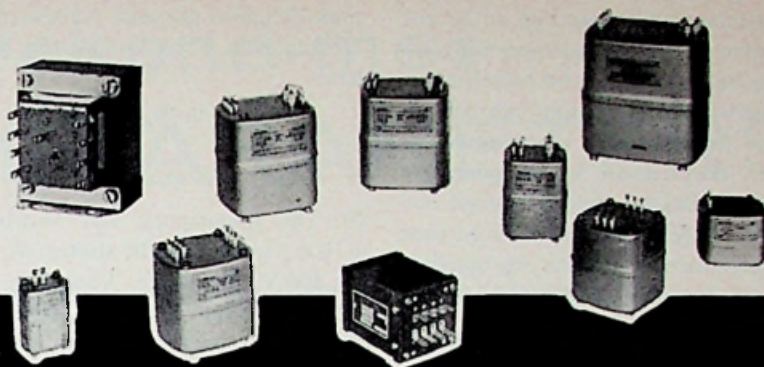




# zo goed als alles over

DEEL XI-2

R. Y. DROST



## trafo's en smoorspoelen

### 1.11 Verliezen, verwarming, rendement en regulatie (vervolg).

#### d) Meting van de temperatuur

De toename van de koperweerstand is een maat voor de temperatuurstijging. De meetmethode gaat als volgt:

1) Koude trafo (zelfde temperatuur als de omgeving).

De begintemperatuur noemen we  $T_k$ . Deze wordt met een thermometer gemeten op enige afstand (bijv. 20 cm) van de trafo. De beginweerstand van een van de wikkelingen (de koudweerstand) noemen we  $R_k$ .

#### 2) Warme trafo

De trafo is warmer dan de omgeving, maar die omgeving kan nu ook warmer zijn dan bij het begin van de proef. We meten daarom zowel die nieuwe omgevingstemperatuur  $T_w$ , als de nieuwe koperweerstand  $R_w$ . De stijging van de weerstand is dan  $\Delta R = R_w - R_k$ . De relatieve weerstandstoename is dan:

$$\Delta R/R_k = \frac{R_w - R_k}{R_k}$$

Dit komt overeen met een temperatuurstoename van  $\Delta R/R_k (235 + T_k)$ , waarvan de stijging van de omgevingstemperatuur nog van moet worden afgetrokken. Die hoort niet tot de stijging van de trafo zelf, wanneer de omgevingstemperatuur constant was gebleven.

De correctie-term is  $T_w - T_k$ . De formule voor de temperatuurstoename wordt dan:

$$\begin{aligned} \Delta T &= \\ \Delta R/R_k (235 + T_k) - (T_w - T_k) &= \\ = \Delta R/R_k (235 + T_k) + T_k - T_w & \quad (1.11.4) \end{aligned}$$

#### e) Vermogen en gewicht; rendement en regulatie

Voor een conservatieve temperatuurstijging van b.v.  $T = 40^\circ\text{C}$  geeft figuur 1.11.13 een idee van het bereikbare vermogen van trafo's met verschillend gewicht. Deze figuur geldt echter alleen, wanneer er één primaire en één secundaire wikkeling is. En niet voor hoge spanningen, waarvoor dun draad en veel isolatie nodig is. Figuur 1.11.13 is daarom alleen een

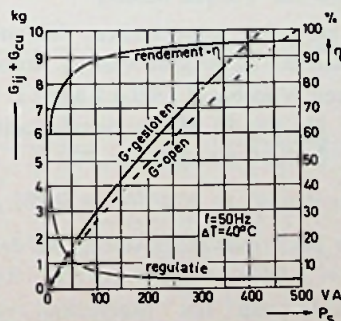


Fig. 1.11.13

#### Wat reeds verscheen:

deel 1-1,	aug. '68,	blz. 925
1-2,	sept. '68,	blz. 1048
1-3,	okt. '68,	blz. 1217
1-4,	dec. '68,	blz. 1548
1-5,	jan. '69,	blz. 73
1-6,	febr. '69,	blz. 146
1-7,	apr. '69,	blz. 312
1-8,	mei '69,	blz. 397
1-9,	juli '69,	blz. 527
1-10-1,	sept. '69,	blz. 100
1-10-2,	okt. '69,	blz. 815
1-11-1,	nov. '69,	blz. 903

richtlijn. In deel 2 gaan we daar verder op in.

Wanneer een trafo een vermogen  $P_s$  afgeeft en een verliesvermogen heeft van  $P_v$ , moet hij primair opnemen:

$$P_p = P_s + P_v$$

De primaire (b.v. het net) moet nl. ook de verliezen leveren. De verhouding  $P_s/P_p$  noemen we het rendement van de trafo. Daarvoor hebben we als symbool de griekse letter  $\eta$  (ëta). Het rendement wordt uitgedrukt in % van het primaire vermogen, zodat:

$$\eta = P_s/P_p \times 100 \% \quad (1.11.5)$$

Voor de bepaling van het rendement hebben we te maken met de totale verliezen, dit in tegenstelling met de regulatie, die alleen van de koperver-

liezen afhangt (met de lekzelfinductie, zie hoofdstuk 1.13).

De regulatie is het verschil tussen de secundaire nullastspanning en de volkastspanning. Dit is, wanneer we voorlopig de invloed van de lekzelfinductie verwaarlozen, de som van het primaire en secundaire spanningsverlies in %. Hier kunnen we het gemakkelijkst de primaire koperweerstand omtransformeren naar secundair en daar de secundaire weerstand bij optellen. Secundair vinden we dan:

$$u_v = u_{vs} + u'_{vp} = i_s (R_s + R'_p) = i_s (R_s + T^2 R_p).$$

Ten opzichte van de secundaire nullastspanning  $u_{s0}$  is de regulatie bepaald door

$$\text{Reg.} = u_v / u_{s0} \times 100 \%$$

Ook kunnen we rekenen met de zg. spanningsfactor, die aangeeft, hoeveel bij vollast de spanningsverhouding kleiner is dan de wikkelverhouding. We noemen die spanningsverhouding  $\Delta u$ . Dan is

$$\Delta u = u_p / u_s \cdot N_s / N_p.$$

Dat getal is altijd groter dan 1, want bij belasting is  $u_s$  altijd lager dan  $u_v$ . Ook onbelast hebben we met een spanningsverlies te maken, nl. met het nullast-spanningsverlies. Dat alleen primair bestaat, want bij nullast loopt daar de nullaststroom  $i_0$ . Die stroom bestaat uit twee delen. Ten eerste is er de magnetisatiestroom  $i_m = u_p / X_p$  van de verliesloze zelfinductie. We kunnen  $i_m$  ook vinden uit  $Q_y = u_p \cdot i_m$ , zodat  $i_m = Q_y / u_p$ . Deze stroom is 90° verschoven t.o.v.  $u_p$ . Verder is er een stroom, die de nullastverliezen dekt, die is niet alleen gelijk aan  $P_y / u_p$ , maar door de nullaststroom zelf is er ook nog een koperverlies, het nullastkoperverlies  $P_{cu0}$ . De verliesstroom  $i_v$  is in fase met  $u_p$ . Vanwege de faseverschuiving kunnen we  $i_m$  en  $i_v$  niet zomaar bij elkaar optellen. Hoe dat dan wel moet, zullen we zien in 1.13.16.

Er is nog een andere manier om het spanningsverlies te meten. Dat gebeurt door primair de kortsluitspanning  $u_k$  te meten. De secundaire wikkeling wordt kortgesloten. Primair regelen we de spanning zo, dat daar de nominale stroom loopt, die dan gelijk is

aan de secundaire stroom, gedeeld door  $T^2$ . Omdat de inductie bij deze lage spanning ook laag is, loopt er praktisch geen primaire verliesstroom. De regulatie is bij benadering gelijk aan:

$$\text{Reg.} = u_k / u_p \times 100 \%$$

#### f) Rekenvoorbeelden

① De smoorspoel van voorbeeld 1.10.d., zonder speelt, sluiten we aan op 200 V, bij 50 Hz. Van deze E-I-150 kern is het afkoelend oppervlak  $A_k = 132 \text{ l}^2 = 132 \cdot 2,5^2 = 820 \text{ cm}^2 = 8,2 \text{ dm}^2$ . Het grensvlak tussen koper en ijzer is  $A_{cu} = 44 \cdot 2,5^2 = 275 \text{ cm}^2 = 2,75 \text{ dm}^2$ .

Bij 200 V en 50 Hz is de inductie  $B = 1 \text{ T}$  (zie 1.9e.2). Met blik 1,1 W/kg is het ijzerverlies 1,1 W/kg, omdat de kern 5,5 kg weegt, is  $P_{ij} = 6,05 \text{ W}$ .

Met 50 % kopervulling is de koperdoorsnede 50 % van het vensteroppervlak  $A_w = 2,5 \cdot 7,5 \text{ cm}^2 = 935 \text{ mm}^2$ .

En omdat  $N = 400$ , is de doorsnede per winding  $935/400 = 2,33 \text{ mm}^2$ .

De dichtstbijzijnde draadsoort heeft, volgens tabel 1.11.2, een doorsnede van 1,7 mm, de weerstand daarvan is  $R = 0,76 \Omega/100 \text{ m}$ . Het gewicht is  $G_{cu} = 2 \text{ kg}/100 \text{ m}$  (omdat we hier maar met één spoel te maken hebben, zou er een iets dikkere draad op kunnen, maar we laten het maar zo).

De windinglengte  $l_w = 0,28 \text{ m}$  (tabel 1.9.3), voor de 400 windingen hebben we nodig:  $l_{cu} = 400 \cdot 0,28 = 112 \text{ m}$ . Daaruit volgt:

$$R_{cu} = 1,12 \cdot 0,76 = 0,85 \Omega$$

$$G_{cu} = 1,12 \cdot 2 = 2,24 \text{ kg.}$$

$$G_{tot} = 5,5 + 2,24 = 7,74 \text{ kg.}$$

$$\tau = \text{ca. } 1,6 \text{ uur (figuur 1.11.12).}$$

De eindtemperatuur zal na ca.  $4 \cdot 1,6 = 6,4$  uur worden bereikt.

Nu eerst het koperverlies, daarvoor moeten we de waarde van de stroom kennen. Voorbeeld 1.10.d.1 geeft  $L = 2,25 \text{ H}$ . Bij 50 Hz is de reactantie  $X = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,25 = 700 \Omega$ .

Maar dan is  $i = 200/700 = 0,287 \text{ A}$ .

Voor het koperverlies vinden we dan:  $P_{cu} = 0,287^2 \cdot 0,85 = 0,07 \text{ W}$ . Ten opzichte van het ijzerverlies van 6,05 W is dit bijna te verwaarlozen.

Voor de temperatuurstijging vinden we nu:

$$\Delta T = 10 P_v / A_k = 10 \cdot 8,2 = \text{ca. } 7,5 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Reken zelf eens uit, hoe dat met voorbeeld 2 van 1.10.d wordt.

② Gelijkstroomspoel van voorbeeld 1.10.d.3

De gelijkstroom  $I = 3,75 \text{ A}$ . Door de weerstand van  $0,85 \Omega$  geeft dat een koperverlies  $P_{cu} = 3,75^2 \cdot 0,85 = 12 \text{ W}$ .

Bij de lage wisselinductie van 0,01 T kunnen we het ijzerverlies verwaarlozen. We hebben dan:

$$\Delta T_k = 10 \cdot 18/8,2 = 14,6 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$\Delta T_{cu} = 5 \cdot 12/2,75 = 22 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$\Delta T = 14,6 + 22 = 36,6 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Bij een omgeving van b.v. 30 °C is de kopertemperatuur 65 °C. De weerstand is ca. 18 % hoger dan bij 20 °C en het koperverlies ook. De stijging wordt dan ook 18 % hoger, of te wel ca. 43 °C. De eindtemperatuur  $T_e = 73 \text{ }^\circ\text{C}$  zal worden bereikt na ongeveer 6,5 uur.

③ Voedingstrafo op E-I-150

Met het totale gewicht van ca. 7,7 kg moeten we, bij  $\Delta T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ , een vermogen kunnen halen van ongeveer 350 W. Dat staat tenminste in figuur 1.11.13. Omdat volgens diezelfde figuur, het rendement  $\eta = 95 \%$  zijn de verliezen 100/95 van 350 W of  $\pm 17,5 \text{ W}$ . De regulatie van 3 % vertelt ons, dat  $P_{cu} = 3 \%$  van  $350 \text{ W} = 10,5 \text{ W}$ . Daaruit volgt  $P_y = P_v - P_{cu} = 17,5 - 10,5 = 7 \text{ W}$ . Dit zijn richtwaarden. Bij een echte trafo berekenen of meten we  $P_y$  en  $P_{cu}$ .

Met de bekende formules krijgen we het volgende resultaat:

$$\Delta T_k = 10 \cdot 17,5/8,2 = 21,4 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$\Delta T_{cu} = 5 \cdot 10,7/2,75 = 19 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$\Delta T = 21,4 + 19 = 40,4 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Omdat figuur 1.11.13 al rekening houdt met de toename van de koperweerstand, hoeven we er geen correctie op toe te passen. De stijging is dus echt 40,4 °C, en dat komt aardig uit.

(Wordt vervolgd)

# Versterkers en Oscillatoren berekend met VIERPOOLPARAMETERS

## DEEL 3. SINUSOCILLATOREN berekend met VIERPOOLPARAMETERS

Het is bekend dat er een essentieel onderscheid is tussen vierpool- en tweepooloscillatoren. Beide typen worden daarom afzonderlijk behandeld.

### A: VIERPOOLOSCILLATOREN

3.1. Een teruggekoppelde versterker die een wisselspanning aan zijn uitgang voortbrengt, zonder dat er een ingangsspanning aanwezig is, heet een teruggekoppelde oscillator of vierpool-oscillator. Zoals uit deel 2 blijkt, bestaat hij steeds uit een actief element en een terugkoppelnetwerk dat stroom en/of spanning van de uitgang naar de ingang terugkoppelt. Maar opdat er trillingen zouden *blijven* bestaan, dient de terugkoppeling te geschieden onder welbepaalde voorwaarden van grootte en fase. Een oscillatorschakeling zal bijgevolg aan én een amplitude- én een fase- (of frequentie-)voorwaarde voldoen.

### 3.2. Basisconfiguraties bij vierpooloscillatoren

Uit de algemene terugkoppeltheorie weten we dat er vier configuratie mogelijkheden bestaan tussen vierpolen. Om tot een algemeen schema van een oscillator te komen, bedenken we dat de sturende bron uit de versterkertheorie niet meer aanwezig is. Nu ziet men onmiddellijk, opdat in de z- en h-configuraties (2.1 en 2.3) nog terugkoppeling zou optreden, de ingangsklemmen in serie dienen te worden doorverbonden. Men verkrijgt aldus de algemene schema's van figuren 40-a en 41-a.

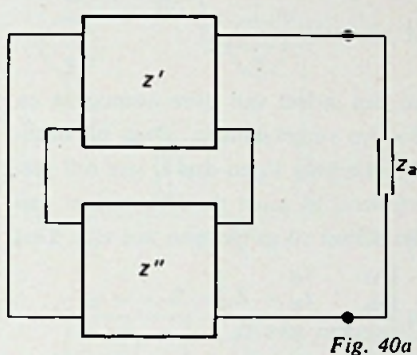


Fig. 40a

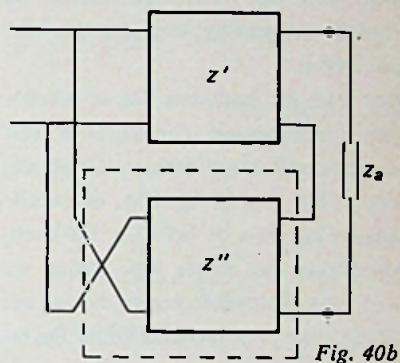


Fig. 40b

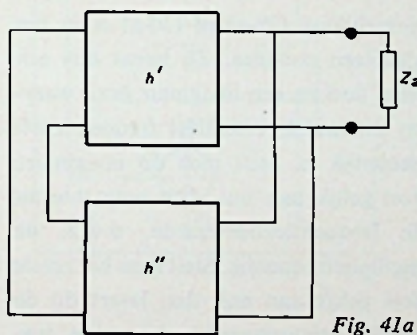


Fig. 41a

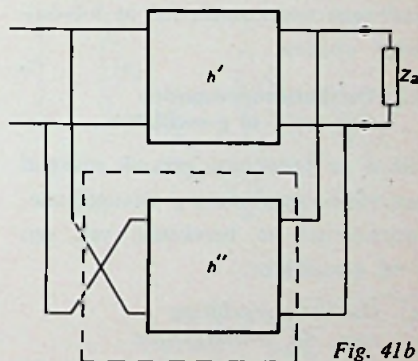


Fig. 41b

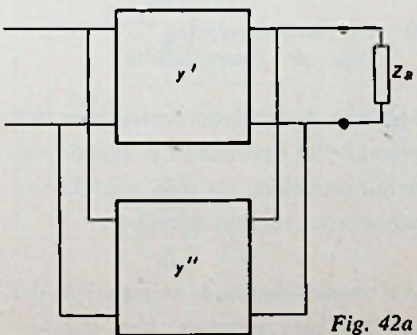


Fig. 42a

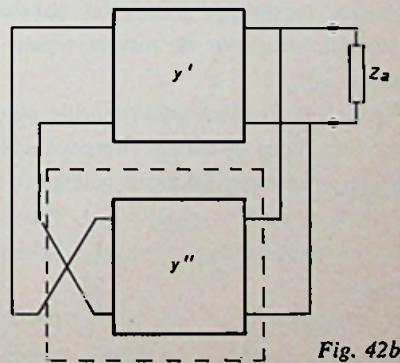


Fig. 42b

Doch opdat in de y- en g-configuraties (2.2 en 2.4) eveneens terugkoppeling zou kunnen optreden, dient de sturende bron losgemaakt te worden van de ingang. Inderdaad, anders zou elke vierpool op zichzelf kortgesloten zijn aan zijn ingang. Men komt aldus tot de schema's van figuren 42-a en 43-a. Tekent men echter fig. 42-a in de vorm zoals aangegeven in fig. 42-b en fig. 43-a in de vorm als aangegeven in fig. 43-b, dan merkt men dat men terugvalt op de schema's van fig. 41-a resp. fig. 40-a.

Tekent men tenslotte fig. 40-a in de vorm van fig. 40-b, en fig. 41-a in de vorm van fig. 41-b, dan komen de schakelingen van fig. 43-a resp. fig. 42-a naar voren.

Men kan nu besluiten dat er slechts twee fundamentele configuraties van vierpooloscillatoren bestaan. De eerste, volgens fig. 40-a of fig. 43-a, de tweede volgens fig. 41-a of fig. 42-a. De oscillatoren van het eerste type zullen we z- of g-oscillatoren noemen, die van het tweede type y- of h-oscillatoren. De reden waarom er voor een zelfde type oscillator nog twee configuraties en benamingen voorkomen, zal in 3.4 duidelijk worden.

### 3.3. Oscillatievoorwaarden van een z- of g-oscillator

Het is de bedoeling, gebruik makend van vierpoolparameters, de oscillatievoorwaarden te berekenen van een z- of g-oscillator.

#### A: Oscillatievergelijking voor de z-configuratie

In 2.1 werd bewezen dat een serie-serie schakeling van vierpolen, kon worden vervangen, door één enkele vierpool, waarvoor de nieuwe z-parameters zijn:  $z = z' + z''$ .

Figuur 44-a is aldus gelijkwaardig met fig. 40-a. Voor de nieuwe vierpool zijn de parametervergelijkingen geldig:

$$V_1 = 0 = z_{11} I_1 + z_{12} I_2 \quad (26-a)$$

$$V_2 = -I_2 Z_a = z_{21} I_1 + z_{22} I_2 \quad (27-a)$$

$$0 = z_{21} I_1 + (z_{22} + Z_a) I_2 \quad (28-a)$$

Vergelijkingen (26-a) en (28-a) vormen

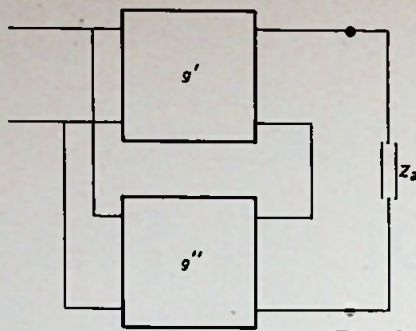


Fig. 43a

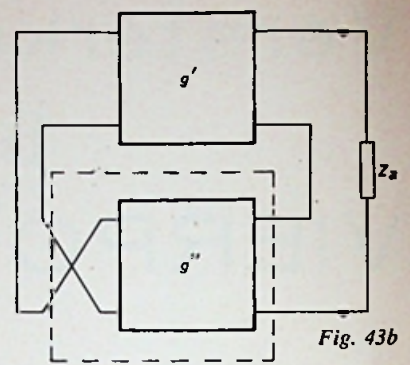


Fig. 43b

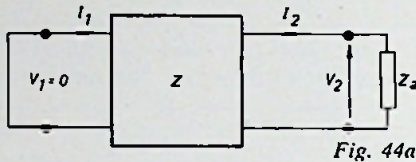


Fig. 44a

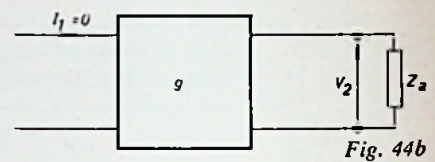


Fig. 44b

nu een stelsel van twee homogene en lineaire vergelijkingen. Daar bij oscillatorwerking  $V_2$  en dus  $I_2$  van nul verschillend is, moet de determinant van het stelsel vergelijkingen nul zijn. Dus

$$\begin{vmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} + Z_a \end{vmatrix} = 0$$

Uitwerken levert:

$$z_{11}(z_{22} + Z_a) - z_{12}z_{21} = 0 \quad (29-a)$$

$$\text{of } (z_{11}' + z_{11}'')(z_{22}' + z_{22}'' + Z_a) - (z_{12}' + z_{12}'')(z_{21}' + z_{21}'') = 0 \quad (30-a)$$

Vergelijking (29-a) of (30-a) is in het algemeen complex. Zij bevat dus een reëel deel en een imaginair deel, waarbij dit laatste essentieel frequentieafhankelijk is. Stelt men dit imaginaire deel gelijk aan nul, dan volgt hieruit de frequentievoorwaarde, d.w.z. de oscillatiefrequentie. Stelt men het reële deel gelijk aan nul, dan levert dit de amplitudevoorwaarde, d.w.z. de toestand waarbij de trillingen onderhouden blijven.

#### B: Oscillatievergelijking voor de g-configuratie

Men kan de oscillatievoorwaarden ook gemakkelijk uitdrukken in functie van de g-parameters, als men vertrekt van het schema volgens fig. 43-a.

We weten inderdaad, volgens 2.4, dat een feedbackversterker met parallel-

serie terugkoppeling, kan worden vervangen door een versterker zonder terugkoppeling, waarvan de g-parameters de som zijn van de parameters van elk der vierpolen, nl.  $g = g' + g''$ .

Fig. 44-b is aldus equivalent met fig. 43-a. Hierbij dient men erop te letten dat in fig. 44-b de stroom  $I_1 = 0$  is.

De parametervergelijkingen zijn:

$$I_1 = 0 = g_{11} V_1 + g_{12} I_2 \quad (26-b)$$

$$V_2 = -I_2 Z_a = g_{21} V_1 + g_{22} I_2 \quad (27-b)$$

waaruit:

$$0 = g_{21} V_1 + (g_{22} + Z_a) I_2 \quad (28-b)$$

(26-b) en (28-b) vormen na substitutie een stelsel van twee homogene en lineaire vergelijkingen. Hun determinant moet nul zijn. Dus:

$$\begin{vmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} + Z_a \end{vmatrix} = 0$$

waaruit:

$$g_{11}(g_{22} + Z_a) - g_{12}g_{21} = 0 \quad (29-b)$$

of nog:

$$(g_{11}' + g_{11}'')(g_{22}' + g_{22}'' + Z_a) - (g_{12}' + g_{12}'')(g_{21}' + g_{21}'') = 0$$

We kunnen dus besluiten dat zowel de vergelijkingen (29-b) en (30-b) als (29-a) en (30-a) geschikt zijn om de oscillatievoorwaarden te berekenen van een vierpooloscillator van het eerste type.

**C: Wanneer z- of g-parameters gebruiken?**

Het zal misschien overbodig lijken te kunnen beschikken over twee verschillende vergelijkingen om een zelfde oscillator te berekenen. Bij sommige praktische oscillatorschakelingen zal men echter vaststellen dat slechts één van de beide typen parameters kan worden gebruikt voor de berekeningen, omdat het andere type in eerste instantie aanleiding geeft tot onbepaaldheden in de oscillatievergelijking. Dit laatste impliceert nochtans niet dat deze parameters dan totaal onbruikbaar zijn. Door een juiste wiskundige manipulatie ruimt men de onbepaaldheden uit de weg. Ter illustratie van het bovenstaande, volgend voorbeeld.

**3.4. Berekening van een oscillator van het eerste type**

Fig. 45 stelt de kathode gekoppelde oscillator voor. Het is blijkbaar een klas A-oscillator. De uitgangsspanning wordt afgenomen op de anode van B<sub>1</sub>. De impedantie van C' bij de oscillatiefrequentie is klein t.o.v. R<sub>g</sub>. Men ziet dat de terugkoppeling hier plaatsvindt via R<sub>k</sub> en dus ook via de buis B<sub>2</sub> die er aan parallel staat.

Voor de wisselstroomwerking is de schakeling equivalent met de schema's van figuren 46-a of 46-b.

De berekening kan dus gebeuren met z- ofwel met g-parameters. Vooreerst zullen we de berekening uitvoeren met g-parameters, omdat het substitueren van de z-parameters in vergelijking (29-a) aanleiding geeft tot onbepaaldheden.

**EERSTE OPLOSSING: berekening met g-parameters.**

We bepalen de g-parameters van elk der vierpolen. Van fig. 47-b die het wisselstroomequivalent is van fig. 47-a vindt men zonder moeite:

$$g_{11}' = \frac{1}{R_g}$$

$g_{12}' = 0$  daar als  $V_1' = 0$  is, ook  $I_1' = 0$  is.

$$g_{21}' = \frac{\mu R_k}{R_i + (1 + \mu) R_k}$$

Inderdaad is nu  $V_2' = E_g + V_1'$  en

$$V_2' = -R_k \frac{\mu E_g}{R_i + R_k}$$

Waaruit, na eliminatie van  $E_g$ , gemakkelijk  $g_{21}'$  volgt.

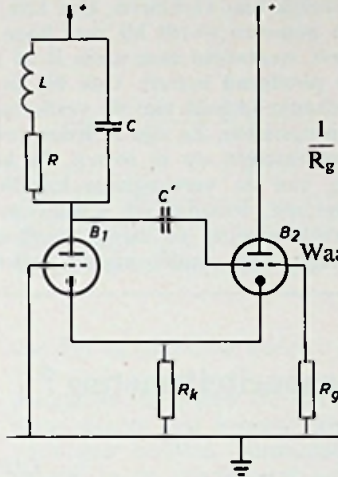


Fig. 45

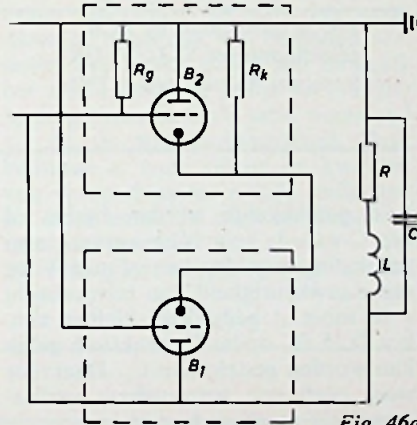


Fig. 46a

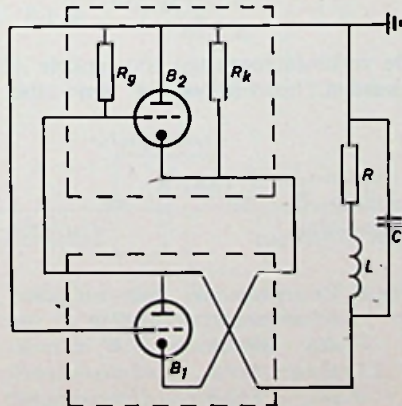


Fig. 46b

Tenslotte vindt men, na enkele berekeningen:

$$g_{22}' = \frac{R_i R_k}{R_i + (1 + \mu) R_k}$$

Aanalogo vindt men voor fig. 48-b, die het wisselstroomequivalent is van fig. 48-a.

$$g_{11}'' = 0 \text{ daar } I_1'' = 0$$

$$g_{12}'' = 0$$

$$g_{21}'' = \frac{\mu}{1 + \mu}$$

$$g_{22}'' = \frac{R_i}{1 + \mu}$$

De oscillatievergelijking (30-b) herleidt zich aldus tot:

$$\frac{1}{R_g} \left[ \frac{R_i}{1 + \mu} + \frac{R_i R_k}{R_i + (1 + \mu) R_k} \right] + \frac{(R + j\omega L) \frac{1}{j\omega C}}{R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} = 0$$

Waaruit:  $K \cdot R + \frac{L}{C} + j \left[ (\omega L - \frac{1}{\omega C}) K - \frac{R}{\omega C} \right] = 0$

(Vervolg blz. 933)

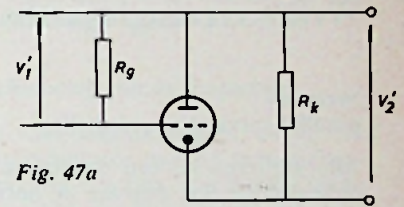


Fig. 47a

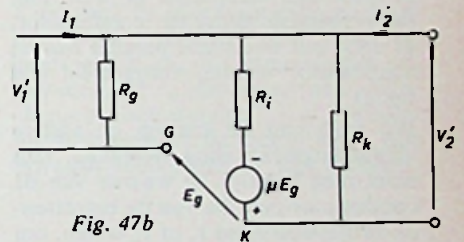


Fig. 47b

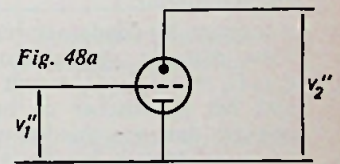


Fig. 48a

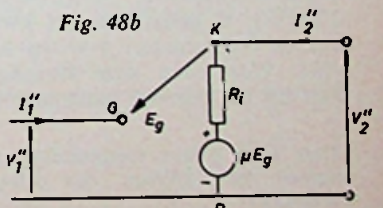


Fig. 48b

# meten = weten

## MEETTIP 5

Ofschoon een condensator in het algemeen een eenvoudig te meten onderdeel is, worden soms meetresultaten verkregen, die men niet gemakkelijk kan verklaren. Dat kan bijvoorbeeld voorkomen wanneer gemeten wordt bij zeer hoge frequenties, waarbij de capaciteve weerstand zeer klein is of wanneer het breukdelen van een picofarad betreft. Ook bij de bestudering van de frequentie-afhankelijkheid van de verliesfactor kunnen dergelijke problemen optreden. Ze zijn in ieder geval op grond van eenvoudige samenhangen op te lossen. In het bijzonder zal de beschouwing van de vervangingsschakeling veel onduidelijkheden wegnemen, waarom we – daarvan uitgaand – in deze en de volgende meettip de meest voorkomende foutoorzaken bij de meting van condensatoren zullen verklaren.

G. DABROWSKI

## Welke vervangingsschakeling bij capaciteitsmeting?

### Serie- en parallel vervangingsschakeling

Alle verliezen bij een condensator – onverschillig wat daarvan de oorzaak zou kunnen zijn – kunnen in principe òf door een weerstand in serie met de verliesarm gedachte condensator, òf door een weerstand parallel aan de condensator worden voorgesteld (zie fig. 1).

Wil men van de ene op de andere vervangingsschakeling overgaan, dan moet men behalve de waarde van de condensator ook die van de betreffende verliesweerstand  $r_s$  of  $r_p$  weten, om volgens de bekende formules (zie de tabel aan het slot) een omrekening te kunnen maken.

Aangezien bij condensatoren bij voorkeur met de verliesfactor  $\text{tg} \delta = r_s \omega C_s = 1/r_p \omega C_p$  wordt gerekend, lijkt het praktischer de omrekening ook met deze grootte te maken. Uit de vergelijkingen van fig. 1 blijkt dat hoe kleiner het onderscheid tussen  $C_s$  en  $C_p$  is, hoe kleiner de verliesfactor  $\text{tg} \delta$  is.

Het relatieve verschil tussen de beide capaciteitswaarden,  $\Delta \pm [(C_s - C_p)/C_p] \cdot 100$  [%], is gelijk aan het kwadraat van de verliesfactor:  $\Delta = (\text{tg}^2 \delta) \cdot 100$  [%]. Weet men deze waarde, dan kan bij de gegeven meetnauwkeurigheid

Deze serie is met toestemming overgenomen uit „Neues von Rohde & Schwarz“.

TABEL 1

Parallelschakeling $C_p \parallel r_p$	Serieschakeling $C_s \parallel r_s$
L-C precisiemeetbrug LCB geleidingsmeter VLU/VLUK transistor Y meettoestel TYM	C-meeettoestel KARU en KRT Durchgriff capaciteitsmeter KKH <sup>1)</sup> Verliesfactor-metbrug voor condensatoren VBK

heid gemakkelijk worden beslist of een C-waarde voor beide vervangingsschakelingen gelden kan of niet. Voor een nauwkeurigheid van bijvoorbeeld 1 % moet  $\Delta$  beduidend kleiner zijn, b.v. 0,25 %, opdat  $C_p$  praktisch gelijk kan worden gesteld aan  $C_s$ . Daarvoor weer geeft een betrouwbare verliesfactor als resultaat te zien:

$$\begin{aligned} \text{tg} \delta &\leq \sqrt{\Delta/100} \\ &\leq \sqrt{0,25 \cdot 10^{-2}} \\ &\leq 5 \cdot 10^{-2}. \end{aligned}$$

De verliesfactoren  $\text{tg} \delta$  voor enkele  $\Delta$ -waarden hebben we in een tabel

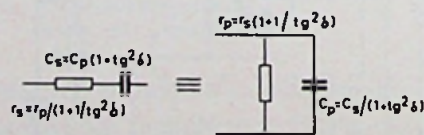


Fig. 1. Vereenvoudigde serie- en parallel-vervangingsschakeling van een condensator.  $C_s$  = serie-capaciteit;  $C_p$  = parallel-capaciteit;  $r_s$  = serie-verliesweerstand;  $r_p$  = parallel-verliesweerstand.

samengesteld, opdat snel kan worden overzien of een verschil tussen  $C_s$  en  $C_p$  nu wel of niet moet worden gemaakt. Uit de getallen blijkt duidelijk dat de verliesfactor tamelijk grote waarden kan aannemen eer  $C_s$  en  $C_p$  aanzienlijk van elkaar afwijken.

Is het dan eigenlijk wel strikt noodzakelijk om al die moeite te doen en bij elke condensator een dergelijke beschouwing te maken? Bij elke capaciteitsmeting zeker niet, maar we raden wel aan bij de volgende metingen de beide vervangingsschakelingen te raadplegen, nl:

bij precisie metingen

<sup>1)</sup> Het begrip „Durchgriffskapazität“, zowel als „Durchgriffskapazitätsmesser“ is uit het Duits even moeilijk te vertalen als het bekende „Durchgriff“ van een buis, dat de reciproke versterkingsfactor  $1/\mu$  voorstelt. Een Durchgriffskapazitätsmesser is een capaciteitsmeter, speciaal ontworpen voor het meten van buiscapaciteiten die in de orde van grootte tussen  $10^{-3}$  en 20 pF liggen. Deze KKH-meter van Rohde & Schwarz heeft een meetbereik van  $3 \cdot 10^{-4}$  tot 30 pF. In de tekst hebben we het Duitse woord „Durchgriff“ laten staan. (Red.)

bij elektrolytische condensatoren

bij condensatoren, waarvan het vermoeden bestaat dat er een slecht contact tussen de elektroden en de aansluitingen is

bij de meting van onbekende isolatiematerialen.

Men zal met dit probleem te maken krijgen, als men afwisselend met bruggen werkt, die om meettechnische redenen het meetresultaat in verscheidene vervangingsschakelingen geven. In het overlappingsgebied kunnen dan verschillende meetresultaten worden verkregen, die men graag voorbarig aan de onnauwkeurigheid van het meetinstrument wijt, maar waarvan de werkelijke oorzaak moet worden gezocht in de grote verliesfactor van het meetobject. Tabel 1 geeft een overzicht welke apparaten van Rohde & Schwarz het onderdeel in de parallel vervangingsschakeling en welke het in de serie vervangingsschakeling opnemen.

Tot nu toe werd slechts met één enkele verliesweerstand gerekend, nl.  $r_s$  of  $r_p$ . In werkelijkheid zijn bij elke condensator beide soorten aanwezig. Door de juiste keuze van de meetfrequentie kan worden bereikt dat slechts één van beide verliesweerstandens werkzaam is en daardoor meetbaar wordt.

Voor een juist begrip toont fig. 2 de complete vervangingsschakeling. Hierin is  $C_p$  de verliesvrij gedachte condensator. De verliezen, die in het dielektricum ontstaan, zien we voorgesteld door de daaraan parallel geschakelde weerstand  $r_p$ . De isolatieweerstand kan in deze  $r_p$  worden betrokken, doch is vaak te verwaarlozen. Bij een constante verliesfactor

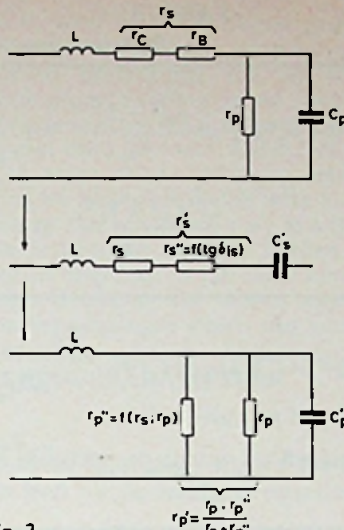


Fig. 2  
Volledige vervangingsschakeling van een condensator met de equivalente vervangingsfiguren bij het meten in serie- en parallel-vervangingsschakeling.

van het dielektricum neemt  $r_p$  af met  $1/f$ .

Aangezien de platen van de condensator slechts een beperkt geleidingsvermogen bezitten, veroorzaakt elke stroom in de condensator ook geleidingsverliezen, nl.  $P = i^2 r_p$ . De verliezen zijn natuurlijk over het gezamenlijke oppervlak van de platen verdeeld, maar toch is het wel mogelijk het effect daarvan onder te brengen in de geconcentreerde serie weerstand  $r_p$ , d.i. de materiaalweerstand. Deze bedraagt al naar gelang de kwaliteit van de condensator enkele milli-ohm tot enige tientallen ohm en neemt toe met ongeveer  $\sqrt{f}$ .

Bij vele typen condensatoren kunnen

er bovendien overgangsweerstanden tussen de condensatorplaten en de aansluitdraden optreden; in fig. 2 aangeduid met  $r_c$  (contact weerstand). Bij draaicondensatoren kunnen dergelijke weerstanden bijvoorbeeld bij de sleepcontacten optreden, bij gewikkelde condensatoren door constructiefouten bij het tussenvoegen van de aansluitdraden, vooral wanneer deze niet met de platen aan één zijn gelast. Slecht contact kan er de oorzaak van zijn dat de nagenoeg frequentie-onafhankelijke weerstand  $r_c$  een waarde van enkele ohm krijgt.

De som van de materiaal- en contactweerstand is in fig. 2 in de grootheid  $r_s$  samengebundeld.

Tenslotte moet men bij elke condensator ook nog letten op de onvermijdelijke zelfinductie  $L$ . Hierop willen we echter pas in de volgende meettip ingaan. De beschreven vervangingsschakeling kan overigens niet worden toegepast bij elektrolytische condensatoren. Hierbij worden de verliezen nl. altijd in serie met de verliesvrij gedachte condensator voorgesteld. Daarbij komt dan nog de niet verwaarloosbare zelfinductie  $L$ .

### Beschouwing van de frequentie

Wat voor waarde krijgen we nu als een condensator met de vervangingsschakeling van fig. 2 bij verschillende frequenties wordt gemeten? De zelfinductie laten we daarbij even terzijde. Kiest men de meetfrequentie zo laag, dat  $1/\omega C_p$  ongeveer  $10^4$  maal zo groot wordt als de vermoedelijke serie weerstand  $r_s$ , dan meet men alleen de parallelschakeling  $C_p \parallel r_p$ . De hierbij verkregen verliesfactor vindt zijn oorzaak uitsluitend in het dielektri-

TABEL 2

Invloedgrootheid	Aanbeveling					Opmerking
$tg\delta$	toelaatbare relatieve afwijking tussen $C_s$ en $C_p$ $\Delta = (C_s - C_p / C_p) \cdot 100 =$	0,1 %	1 %	5 %	10 %	$C_s$ capaciteit bij serievervangingsschakeling
	toelaatbare verliesfactor $tg\delta \leq$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$C_p$ capaciteit bij parallelvervangingsschakeling

TABEL 3

Meetfrequentie (Hz)	serie-vervangingsschakeling				parallel-vervangingsschakeling				gezamenlijke verliesfactor $tg\delta$
	$C_s'$ ( $\mu F$ )	$r_s'$ ( $\Omega$ )	$r_s''$ ( $\Omega$ )	$r_s$ ( $\Omega$ )	$C_p'$ ( $\mu F$ )	$r_p'$ ( $\Omega$ )	$r_p''$ ( $\Omega$ )	$r_p$ ( $\Omega$ )	
50	10,001	3,52	0,32	0,32	9,9998	28,9 k	304 k	32 k	$1,1 \cdot 10^{-2}$
1 k	10,001	0,48	0,16	0,32	9,992	0,53 k	0,79 k	1,6 k	$3,0 \cdot 10^{-2}$
20 k	10,001	0,33	0,008	0,32	8,563	2,30	3,36	80	$41,0 \cdot 10^{-2}$
100 k	10,001	0,32	0,0016	0,32	1,986	0,40	0,41	16	$201,0 \cdot 10^{-2}$

TABEL 4

Omzetting	Omrekenformules	Opmerking
	$X_p = 1/Y - X_s [1 + (r_s/X_s)^2] = \frac{r_s^2 + X_s^2}{X_s} \quad Y = \frac{X_s}{r_s^2 + X_s^2}$ $r_p = 1/G - r_s [1 + (X_s/r_s)^2] = \frac{r_s^2 + X_s^2}{r_s} \quad G = \frac{r_s}{r_s^2 + X_s^2}$	$X = \omega L$ of $1/\omega C$ $Y = 1/\omega L$ of $\omega C$
	$L_p = L_s (1 + 1/Q^2) = L_s [1 + (r_s/\omega L_s)^2] = \frac{r_s^2 + (\omega L_s)^2}{\omega^2 L_s}$ $r_p = 1/G - r_s (1 + Q^2) = r_s [1 + (\omega L_s/r_s)^2] = \frac{r_s^2 + (\omega L_s)^2}{r_s}$	$Q = \omega L_s / r_s$ $= r_p / \omega L_p$ $= 1/G \omega L_p$
	$C_p = \frac{C_s}{1 + \text{tg}^2 \delta} = \frac{C_s}{1 + (r_s \omega C_s)^2} = \frac{C_s}{(\omega C_s)^2 [r_s^2 + 1/(\omega C_s)^2]}$ $r_p = 1/G - r_s (1 + 1/\text{tg}^2 \delta) = r_s [1 + (1/r_s \omega C_s)^2] = \frac{r_s^2 + 1/(\omega C_s)^2}{r_s}$	$\text{tg} \delta = r_s \omega C_s$ $= 1/r_p \omega C_p$ $= G/\omega C_p$
	$X_s = \frac{X_p}{1 + (X_p/r_p)^2} = X_p \frac{r_p^2}{r_p^2 + X_p^2} = \frac{1/Y}{1 + (G/Y)^2} = \frac{Y}{G^2 + Y^2}$ $r_s = \frac{r_p}{1 + (r_p/X_p)^2} = r_p \frac{X_p^2}{r_p^2 + X_p^2} = \frac{1/G}{1 + (Y/G)^2} = \frac{G}{G^2 + Y^2}$	$X = \omega L$ of $1/\omega C$ $Y = 1/\omega L$ of $\omega C$
	$L_s = \frac{L_p}{1 + 1/Q^2} = \frac{L_p}{1 + (\omega L_p/r_p)^2} = L_p \frac{r_p^2}{r_p^2 + (\omega L_p)^2} = \frac{1/\omega^2 L_p}{G^2 + 1/(\omega L_p)^2}$ $r_s = \frac{r_p}{1 + Q^2} = \frac{r_p}{1 + (r_p/\omega L_p)^2} = r_p \frac{(\omega L_p)^2}{r_p^2 + (\omega L_p)^2} = \frac{G}{G^2 + 1/(\omega L_p)^2}$	$Q = r_p / \omega L_p$ $= 1/G \omega L_p$ $= \omega L_s / r_s$
	$C_s = C_p (1 + \text{tg}^2 \delta) = C_p [1 + 1/(r_p \omega C_p)^2] = C_p \frac{r_p^2 + 1/(\omega C_p)^2}{r_p^2} = C_p [1 + (G/\omega C_p)^2]$ $r_s = \frac{r_p}{1 + 1/\text{tg}^2 \delta} = \frac{r_p}{1 + (r_p \omega C_p)^2} = r_p \frac{1/(\omega C_p)^2}{r_p^2 + 1/(\omega C_p)^2} = \frac{G}{G^2 + (\omega C_p)^2}$	$\text{tg} \delta = r_s \omega C_s$ $= 1/r_p \omega C_p$ $= G/\omega C_p$

cum. Wanneer we de meetfrequentie zo hoog kiezen, dat  $1/\omega C_p$  in de grootteorde van de serieweerstand  $r_s$  komt te liggen, dan verkrijgen we daarentegen deze laatste. Wordt een apparaat toegepast, dat de condensator als parallelschakeling meet, dan moet men zich er niet over verbazen wanneer er een heel andere condensatorwaarde uit de bus komt als bij de lagere frequenties, nl.

$$C_p = C_s / [1 + (r_s \omega C_s)^2]$$

In een samenstelling, die het voorwerp als serie-vervangingschakeling meet, zullen de condensator-waarden bij hoge en lage frequenties praktisch even groot zijn.

Voorbeeld:

$C_p = 10 \mu F$ , verliesfactor van het dielektricum  $\text{tg} \delta_{is} = 1/r_p \omega C_p = 1,0 \cdot 10^{-2}$ , serieweerstand  $r_s = 0,32 \Omega$ . Aan de hand van de volledige vervangingschakeling van fig. 2 en met behulp van de formules van fig. 1 zullen we uitrekenen, welke waarden

worden verkregen als men deze condensator bij verschillende frequenties in zijn serie-vervangingschakeling en in zijn parallel-vervangingschakeling beschouwt (zie tabel 3).

Bij 50 Hz en een verliesfactor van het isolatiemateriaal van  $1,0 \cdot 10^{-2}$  is de bijbehorende parallelweerstand  $r_p = 32 \text{ k}\Omega$ . De serieweerstand  $r_s$  is in de parallel-vervangingschakeling als weerstand  $r_p''$  werkzaam, maar is hier echter nog zonder grote invloed: in plaats van 32 kΩ meet men nl. nog



28,9 kΩ, hetgeen overeen komt met een gezamenlijke verliesfactor van  $1,1 \cdot 10^{-2}$ . Dit bevestigt de bewering dat bij zeer lage frequenties hoofdzakelijk de verliezen van het dielektricum worden gemeten. Hetzelfde geldt voor de serievervangingschakeling.

Bij 1 kHz is het aandeel van  $r_s$  en  $r_p$  in de gezamenlijke verliesfactor van eenzelfde grootte orde, zodat nog geen duidelijke bevestiging is verkregen.

Bij meetfrequenties van 20 kHz en 100 kHz worden de betrekkingen bij de serie-vervangingschakeling bijzonder duidelijk aangetoond:  $tg\delta_{is} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  komt overeen met serieweerstand van slechts 8 mΩ en 1,6 mΩ, terwijl men in werkelijkheid 330 mΩ en 320 mΩ meet, dus praktisch de serieweerstand  $r_s$  zoals verwacht. Bij de parallel-vervangingschakeling blijkt het dat de gemeten parallelweerstand  $r_p'$  beduidend kleiner is dan hij voor  $tg\delta_{is} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  te verwachten zou zijn geweest.

De gezamenlijke verliesfactor is nu zeer groot; hij wordt alleen door  $r_p''$  en daarmee indirect door  $r_s$  bepaald.

Terwijl in de serie-vervangingschakeling de gemeten capaciteitswaarde constant blijft, is hij in de andere vervangingschakeling des te kleiner, naarmate de invloed van  $r_s$  op de gezamenlijke verliesfactor groter is.

Bovenstaand voorbeeld is een bewijs van het nut de beide vervangingschakelingen vooraf te raadplegen, als men de resultaten van de metingen van de capaciteit en de verliesfactor verklaren wil.

Tot slot willen we nog op het volgende wijzen:

Er werd gezegd dat de parallelweerstand  $r_p$  bij een dielektricum met een frequentieafhankelijke verliesfactor met  $1/f$  verandert. Bij steeds lager wordende frequentie neemt  $r_p$  gestaag toe. Een condensator heeft echter een eindige isolatieweerstand, die als een frequentie-onafhankelijke parallelweerstand kan worden voorgesteld. Is deze niet groot genoeg of onjuist, dan zal de aanvankelijk als frequentie-onafhankelijk gemeten verliesfactor bij afnemende frequentie plotseling groter worden. Dergelijke verschijnselen zijn altijd een teken dat de isolatie niet in orde is of dat er ionenstromen lopen en ze zijn pas begrijpelijk als men kennis heeft genomen van de vervangingschakelingen.

### Omrekening van de vervangingschakelingen

In deze en de twee voorgaande meet-

tips <sup>2)</sup> werd meerdere malen gesproken over de bekende vergelijkingen voor de omrekening van de serievervangingschakeling in de parallelvervangingschakeling en omgekeerd. Nu zijn deze formules beslist wel bekend, maar als we ze nodig hebben weten we natuurlijk niet in welk handboek ze zijn te vinden.

Alle betreffende formules hebben we daarom nogmaals in een tabel samengevat. Ofschoon alle hierin opgenomen vergelijkingen steeds een andere

uitdrukkingswijze voor één en hetzelfde fysische verband zijn, werden verschillende gebruikelijke formules bij elkaar gezet omdat de ervaring ons heeft geleerd dat ieder voor zich de voorkeur aan één bepaalde rekenwijze geeft – meestal de rekenwijze die hij het eerste heeft geleerd.

<sup>2)</sup> G. Dabrowski: „Meten we de zelfinductie wel juist?“, Meettip 1 – RE 7, blz. 269, en „Hoe meet men de spreidings- en wederzijdse zelfinductie?“, Meettip 2 – RE 9, blz. 371).

## VIERPOOLPARAMETERS

(Vervolg van blz. 989)

Gelijkstelling aan nul van het imaginair deel leidt tot de oscillatiefrequentie

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} \text{ met} \\ \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot \sqrt{1 + \frac{R}{K}}$$

Uit het reële deel volgt de voorwaarde voor het onderhouden van de trillingen,

$$\text{nl.} \quad K \cdot R + \frac{L}{C} \geq 0$$

Aan deze betrekking is echter steeds voldaan, daar  $K$  een positief getal is. Wanneer er eenmaal trillingen ontstaan zijn met frequentie  $f_0$ , zullen ze steeds onderhouden blijven.

volgt  $V_1'' = 0$  en  $E_g = V_2''$ , zodat uit fig. 48-b de spanningsvergelijkingvolgt:

$$V_2'' = R_i I_2'' - \mu V_2''. \text{ Waaruit } z_{22}''.$$

Aangezien nochtans  $z_{11}''$  en  $z_{21}''$  oneindig zijn, is de oscillatievergelijking onder haar oorspronkelijke vorm (29-a of 30-a) niet meer geldig. Schrijft men ze echter als:

$$\left(1 + \frac{z_{11}'}{z_{11}''}\right)(z_{22}' + z_{22}'' + Z_a) - \frac{z_{21}''}{z_{11}''} \left(1 + \frac{z_{21}'}{z_{21}''}\right)(z_{12}' + z_{12}'') = 0$$

dan vereenvoudigt ze zich tot:

$$Z_{22}' + Z_{22}'' + Z_a - \frac{Z_{21}''}{Z_{11}''}(Z_{12}' + Z_{12}'') = 0$$

Hiervan kan de term  $\frac{Z_{21}''}{Z_{11}''}$  worden berekend, aangezien

$$\frac{z_{21}''}{z_{11}''} = \left(\frac{V_2''}{I_1''} \cdot \frac{I_1''}{V_1''}\right) I_2'' = 0 = \left(\frac{V_2''}{V_1''}\right) I_2'' = 0$$

De berekening is echter overbodig daar reeds  $z_{12}' + z_{12}'' = 0$  is. Men ziet dat de oscillatievergelijking zich in het geval van de kathode gekoppelde oscillator in z-configuratie, herleidt tot:  $z_{22}' + z_{22}'' + Z_a = 0$ .

of na substitutie:

$$\frac{R_i}{1 + \mu} + \frac{R_i R_k}{R_i + (1 + \mu) R_k} + \frac{(R + j\omega L) \frac{1}{j\omega C}}{R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})} = 0$$

Besluit: men komt tot dezelfde vergelijking als bij de eerste manier van oplossen.

TWEDE OPLOSSING: berekening met z-parameters

Van fig. 47-b vindt men zonder moeite:

$$z_{11}' = R_g$$

$$z_{12}' = 0 \text{ daar uit } I_1' = 0 \text{ volgt } V_1' = 0.$$

Zo ook, na enkele bewerkingen

$$z_{21}' = \frac{\mu R_k \cdot R_g}{R_i + (1 + \mu) R_k}$$

$$z_{22}' = \frac{R_i R_k}{R_i + (1 + \mu) R_k}$$

Van fig. 48-b tenslotte berekent men:

$$z_{11}'' = \infty \text{ door } I_1'' = 0 \text{ is.}$$

$$z_{21}'' = \infty \text{ daar wegens } V_1'' \neq 0 \text{ ook}$$

$$E_g \neq 0 \text{ is, en bijgevolg } V_2'' \text{ ook, doch}$$

$$I_1'' = 0.$$

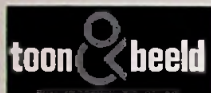
$$z_{12}'' = 0 \text{ daar } I_1'' = V_1'' = 0 \text{ is.}$$

$$z_{22}'' = \frac{R_i}{1 + \mu}. \text{ Inderdaad uit } I_1'' = 0$$

# een nieuw tijdschrift



Wie Düsseldorf heeft bezocht en daarna Stuttgart en de Firato plus nog enige andere Hi-Fi-tentoonstellingen, is wel tot de ontdekking gekomen, dat er op dit terrein zeer veel te doen is. Uit besprekingen met verschillende deskundigen op bovengenoemd gebied, o.a. met de N.V.G. (Nederlandse Vereniging voor Geluid- en Beeldregistratie), is ons gebleken, dat er een grote behoefte bestaat aan voorlichting in een populair tijdschrift op het gebied van Hi-Fi - Stereo - Audio en Video. Dit heeft ons doen besluiten om met ingang van januari 1970 een nieuw, onafhankelijk periodiek te laten verschijnen, genaamd



waarin wordt opgenomen BANDOPNAME, officieel orgaan van de N.V.G.

Het tijdschrift zal voorlichting geven over Hi-Fi in de ruimste zin van het woord. Maar er is meer. Wie op de laatste tentoonstellingen zijn ogen (dus niet alleen zijn oren) goed de kost heeft gegeven, heeft kunnen opmerken, dat er weer een nieuw medium is bijgekomen, nl. de beeldbandrecorder, die, gezien de prijs, naar het zich laat aanzien, de markt stormenderhand gaat veroveren.

Dit gehele niet-professionele gebied van Hi-Fi - Stereo, dus tuners, versterkers enz., tot beeldbandrecorders, zal in dit nieuwe tijdschrift worden behandeld.

Verder zullen vele deskundige auteurs hun bijdragen leveren op een zodanige wijze, dat menige leek met de gegeven tips zijn voordeel kan doen, vooral wat betreft de behandeling van en omgang met deze toch vaak vrij kostbare installaties. De verschijningsdatum is gesteld omstreeks de 15e van iedere maand, voor het eerst op 15 januari 1970.

De abonnementsprijs is f 20,- per jaar plus f 0,80 O.B. (Leden N.V.G. betalen f 15,- per jaar.) Losse nummers gaan f 2,40 kosten.

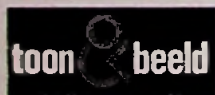
Vooraf voor de gebruiker van deze apparatuur en in audio enz. geïnteresseerden is dit een gering bedrag, als men bedenkt, welke voordelen er tegenover staan in de vorm van populaire akoestische voorlichting.

Abonnementen op, of een proefnummer van dit nieuwe tijdschrift kunnen nu reeds worden opgegeven door het invullen van onderstaande strook die u portvrij in een enveloppe kunt verzenden indien u adresseert: Antwoordnummer R 7, Deventer.

UITGEVERSM A A T S C H A P P I J Æ. E. K L U W E R  
Technische Tijdschriften  
Deventer

BON

Verzoek mij te noteren als abonnee op / Zend mij een proefnummer van \*) uw uitgave



NAAM:

ADRES:

WOONPLAATS:

\*) doorhalen wat niet wordt verlangd.

Æ

## GELIJKSTROOMMOTOREN, EEN VERRASSENDE COME-BACK

Het zijn vooral de gelijkstroommotoren geweest die aan het einde van de vorige en het begin van deze eeuw de elektrische aandrijving tot bloei hebben gebracht. Na de ontwikkeling van betrouwbare wissel- en draaistroommotoren raakten de gelijkstroommotoren min of meer in onbruik, behalve in bijzondere gevallen, zoals in auto's en aan boord van schepen.

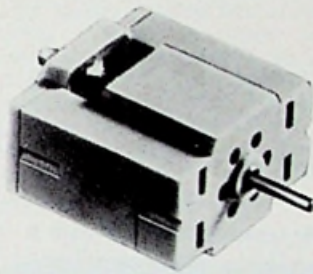
De laatste jaren is echter een kentering in deze gang van zaken waarneembaar. De gelijkstroommotoren winnen steeds meer terrein terug, vooral voor kleine vermogens. Daarvoor zijn verschillende oorzaken aan te wijzen, zoals de gemakkelijke regelbaarheid van het toerental, het hoge rendement en het feit dat door toepassing van moderne materialen en constructies een aantal eigenschappen aanmerkelijk kon worden verbeterd. Over de categorie kleine gelijkstroommotoren handelt dit artikel.

### Kleine gelijkstroommotoren in opmars

Eén van de belangrijkste oorzaken van het sterk toenemende gebruik van kleine gelijkstroommotoren is gelegen in de ontwikkeling van de elektronica. De komst van transistoren maakte het mogelijk bijvoorbeeld platenspelers en bandrecorders te bouwen, die wat het elektronische gedeelte betreft, onafhankelijk van het lichtnet konden werken. Deze schakelingen vereisten een zo lage spanning en een zo gering vermogen dat voeding uit batterijen of accu's zonder meer mogelijk was. Om deze mogelijkheden volledig uit te buiten, heeft Philips veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van nieuwe gelijkstroommotoren voor lage spanningen met een hoog rendement, die uit droge batterijen kunnen worden gevoed. Toen echter deze nieuwe generatie kleine gelijkstroommotoren eenmaal beschikbaar was, bleef de toepassing ervan niet beperkt tot de zogenaamde snoerloze toestellen. Deze motoren bleken namelijk verscheidene voordelen te hebben, ook in die gevallen waar batterijvoeding niet per sé noodzakelijk is. Er bestaat bij de fabrikanten van elektrische huishoudelijke apparaten de neiging gelijk-

stroommotoren toe te passen voor die apparaten die tot dusver gebruik maakten van wisselstroommotoren. Er staan tegenwoordig eenvoudige, goede en goedkope gelijkrichters ter beschikking, zodat door het toepassen van gelijkstroommotoren zowel de voordelen van deze motoren als van voeding uit het wisselstroomnet kunnen worden uitgebuit. Eén van de voordelen van gelijkstroommotoren is de gemakkelijke regelbaarheid, terwijl voeding uit het net als voordeel heeft dat de gebruikte energie betrekkelijk goedkoop is, zeker als men dit vergelijkt met voeding uit batterijen.

Daarnaast blijft de mogelijkheid bestaan de apparaten in voorkomende gevallen toch uit batterijen of accu's te voeden. Bij veel snoerloze toestellen kan de batterijhouder op eenvoudige wijze worden verwisseld voor een gelijkrichter, zodat de gebruiker geheel vrij is in de keuze van de voedingsbron.



*Kleinste Philips gelijkstroommotor.*

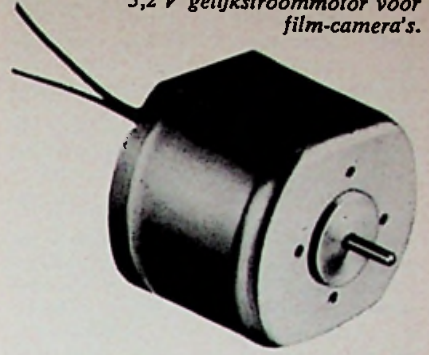
Behalve de gemakkelijke regelbaarheid van de snelheid kunnen ook het hoge rendement en de kleine afmetingen er de oorzaak van zijn dat men voor toestellen, die uit het net worden gevoed, de voorkeur geeft aan gelijkstroommotoren.

Voor toestellen met batterijvoeding is het hoge rendement natuurlijk een eerste vereiste en de onderzoeken, die tot een verbeterde generatie gelijkstroommotoren leidden, waren dan ook voor een aanzienlijk deel op dit punt gericht. Door het hoge rendement behoeft er geen discrepantie meer te bestaan tussen de vermogens die nodig zijn voor enerzijds de motoren en anderzijds het elektronische gedeelte van bijvoorbeeld toestellen voor muziekweergave.

Bij de meeste motoren uit het Philips programma is een spanningsafhankelijke weerstand in de collector gebouwd. Deze weerstand voorkomt vonkvorming en vermindert daardoor het optreden van stoorspanningen in het net. Door de onvermijdelijke tussenschakeling van een gelijkrichter worden deze stoorspanningen nog verder onderdrukt.

Behalve voor de reeds genoemde huis-

*3,2 V gelijkstroommotor voor film-camera's.*



houdelijke toestellen, zoals haardrogers en ventilatoren, kunnen gelijkstroommotoren worden toegepast in speelgoed, in filmcamera's, zowel voor het aandrijven van het filmtransport als voor meet- en regelinstrumenten.

Het aantal toepassingen van gelijkstroommotoren, vooral in de huishoudelijke sector, groeit gestadig. Binnen niet al te lange tijd zullen waarschijnlijk motorisch aangedreven tand- en kleebrorstels gemeengoed zijn geworden. Als laatste toepassingsmogelijkheid van kleine gelijkstroommotoren noemen we automatische en halfautomatische afstemming van (auto)radio- en televisieontvangers.

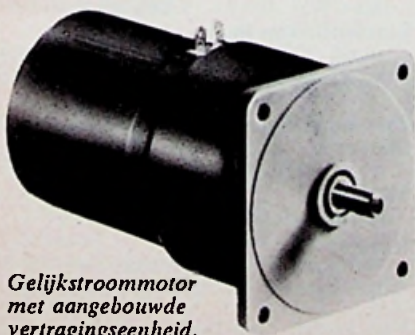
### Motortypen en eigenschappen

De kleinste gelijkstroommotor uit het Philips programma is type 9904 120 02401. Deze minimotor is bestemd voor een spanning van 6 volt. Bij deze spanning is de draaisnelheid 600 omw/min. Het rendement bedraagt 42 %, hetgeen voor een dergelijke kleine motor bijzonder hoog mag worden genoemd. Met een uitgangskoppel van 6 gcm is dit motortje vooral geschikt voor afstandbediening. Er is een vijfpolige rotor toegepast, die zeer regelmatig loopt en onmiddellijk start en stopt. De afmetingen zijn slechts 22,5 × 23 × 14 mm. Er is geen spanningsafhankelijke weerstand ingebouwd. De minimotor kan ook worden geleverd met aangebouwde vertragungseenheid.

Type 9904 120 54301 is een gelijkstroommotor met een vast aangebouwde vertragungseenheid. De motoras maakt 4000 omw/min bij een koppel van 15 gcm. De uitgaande as van de vertragung maakt 180 omw/min bij een koppel van 200 gcm. Deze combinatie heeft een nominale voedingsspanning van 4,5 volt. De afmetingen van het motorhuis zijn 46 × 20 × 32 mm. Het rendement van motor en vertragungskastje samen is 32 %. Een ingebouwde spanningsafhankelijke weerstand zorgt voor het onderdrukken van storingen.

Een gelijkstroommotor voor uiteenlopende toepassingen is type 9904 120 07401, een krachtige motor voor 6 V met een toerental van 4000 omw/min, een rendement van 55 % en een uitgangskoppel van 30 gcm. Ook deze motor is voorzien van een ingebouwde spanningsafhankelijke weerstand.

Onder typenummer 9904 120 51 is de-



*Gelijkstroommotor met aangebouwde vertragungseenheid.*

ze motor leverbaar met aangebouwde vertragungseenheid. Er zijn tien verschillende overbrengverhoudingen verkrijgbaar, waarmee toerentallen tussen 5,5 en 720 omw/min kunnen worden gerealiseerd.

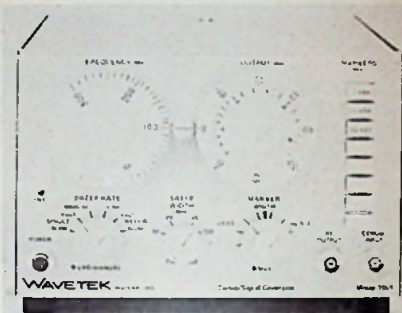
Het koppel ligt tussen 83 gcm voor de kleinste en 2000 gcm voor de grootste overbrengverhouding. De combinatie heeft een doorsnede van 36 mm en een lengte van 65 mm.

Speciaal voor de optische industrie is de gelijkstroommotor met typenummer 9904 120 03 101. Deze motor, die een nominale spanning van 3,2 volt heeft, is vooral bestemd voor filmcamera's. Bij een toerental van 2000 omw/min is het uitgangskoppel 20 gcm. Het rendement van deze motor is hoog, namelijk 50% en de levensduur zeer lang. Afmetingen zijn  $22 \times 26,5 \times 20$  mm.

Ook dit type is leverbaar met aangebouwde vertragungskastje en draagt dan het typenummer 9904 120 53. Het toerental van de uitgaande as ligt dan tussen 12 en 1000 omw/min en het uitgangskoppel tussen 150 en 30 gcm. De afmetingen van motor plus vertragungskastje zijn  $22 \times 26,5 \times 40$  mm. In beide uitvoeringen, dat wil zeggen met of zonder vertragungskastje, is een spanningsafhankelijke weerstand ingebouwd.

Tenslotte is er nog een gelijkstroommotor voor een nominale spanning van 4 volt, die bij 4000 omw/min een uitgangskoppel van 75 gcm levert. Deze motor, die het typenummer 9904 120 05 draagt, heeft een rendement van 50% en is leverbaar met of zonder spanningsafhankelijke weerstand.

## PROGRAMMEERBARE SWEEPGENERATOR



Voor algemene toepassingen in het laboratorium is er thans de getransistoriseerde sweepgenerator Model 1001 van Wavetek. Zowel de afstemming als de frequentiezwaai worden elektronisch geregeld over een gebied van 500 kHz tot 300 MHz, waarbij een effectieve uitgangsspanning wordt geleverd van 1 V over 50  $\Omega$ .

Het instrument kan behalve door handbediening ook door een extern programma worden bestuurd.

De centrale frequentie, de frequentiezwaai en de verzwakking worden dan geregeld door analoge logische signalen.

Door de aanwezigheid van een gecalibreerde verzwakker kan de generator ook heel goed als c.w.-signaalgenerator worden toegepast. Voorts zijn de gebruikelijke mogelijkheden, als variabele frequentiezwaai, variabele lengte van de markersignalen, intern- of extern-, AM- of FM-modulator, handbediening voor de frequentiezwaai en eenmalige zwaai voor x-y-recorders aanwezig.

### Enige technische gegevens:

Frequentiegebied	0,5 ... 300 MHz
Frequentiezwaai	0,2 ... 200 MHz
Uitgangsamplitude	+ 13 dBm tot - 77 dBm
Uitgangs-impedantie	50 $\Omega$
Amplitudeconstantheid	$\pm 0,25$ dB
Stoorsignalen, harmonisch	-30 dB max
niet harmonisch	-50 dB max
Rest FM-modulatie (bij CW)	5 kHz max
Lineariteit van de zwaai	2 %
Zwaalfrequentie	10 ms/zwaai tot 100 s/zwaai
Zwaaispanning	16 V <sub>tt</sub>
Markering-frequenties	8 max
Markering-nauwkeurigheid	0,005 %
Opgenomen vermogen	20 watt
Afmetingen	21,3 x 13,3 x 33 cm

Vert. Nederl.: Air-Parts, Rijswijk.

## RADIO SERVICE „TWENTHE“



21 december  
1969  
30 jaar

In het december-nr van 1964 konden wij melding maken van een 25-jarig jubileum van de heer Stegehuis van Radio Twenthe. We zijn weer vijf jaar verder. Wat is er in die vijf jaar gebeurd? Wij willen hr. Stegehuis er niet op wijzen, dat hij vijf jaar ouder is geworden, want zijn activiteit stijgt schijnbaar met de jaren. Wel is het in verband met deze activiteit belangrijk hem nog eens te herinneren aan zijn vroegere pand aan het Groenewegje 129, waaruit hij in deze vijf jaren is vertrokken. Een mens leeft ten dele toch ook bij de herinneringen en dat is goed, maar niettemin, hem kenkend, zal de blik scherp op de toekomst zijn gericht. Moge het hem zijn gegeven aan deze toekomst nog lang deel te kunnen nemen.



## CILINDRISCHE MICROSCHAKELAAR



Type 83, 151 en 001 microschakelaars, gefabriceerd door Société Crouzet, zijn speciaal ontwikkeld voor die toepassingen waar de cilindrische constructie en de trillingsbestendigheid bij hoge betrouwbaarheid eerste vereiste zijn, zoals in vliegtuigen, raketten, atoomcentrales en de telecommunicatie-industrie. De schakelaar is een subminiatur gasgevuld hermetisch gesloten model, dat voor 100.000 schakelacties wordt gegarandeerd. De bediening vereist een slag van 0,05 mm. Sch.

## Decade capaciteitsbank HP 4440 B



Deze zeer nauwkeurige bank geeft capaciteitswaarden aan van 40 pF tot 1,2  $\mu$ F met een nauwkeurigheid van 0,25%. Op dit ogenblik zou er waarschijnlijk geen enkele bank bestaan, die een dergelijke precisie geeft over zo'n groot bereik, waardoor gebruik als standaard in meetlaboratoria kan worden aanbevolen. De capaciteiten bestaan uit verzilverd mica, wat een hoge precisie, een kleine verliesfactor en een goede temperatuurofficiënt verzekert!

### Specificaties:

Verliesfactor	: < 0,001
Temperatuurofficiënt	: < 70 ppm/°C
Bereik	: 40 pF tot 1,2 $\mu$ F
Nauwkeurigheid	: 0,25 %
Maximale spanning	: 500 V
Gewicht	: 3 kg

Enkele typische waarden voor de resonantie-frequentie zijn:

450 kHz	bij 1 $\mu$ F	
4 MHz	bij 0,01 $\mu$ F	
100 MHz	bij 100 pF	v.L.

Importeur: Hewlett-Packard Benelux  
Brussel/Amsterdam

**TWEE KANALEN  
ONTVANG-AUTOMAAT  
VOOR MOBILFOON**



Pye Telecommunications Ltd., in Nederland vertegenwoordigd door Vanandel te Rotterdam, heeft een automaat ontwikkeld, de „Dual Channel Search”, die het mogelijk maakt op één mobilfoon, twee kanalen praktisch tegelijkertijd te beluisteren. Hierbij kan de bediening zodanig worden ingesteld, dat één kanaal wordt beluisterd, dat bijvoorbeeld toegewezen is voor prioriteit of noodoproepen, alsmede ieder ander kanaal dat kan worden gekozen d.m.v. de kanaal-schakelaar.

Buiten de normale bedieningsorganen

zijn er 3 druktoetsen aangebracht, waarmee de gewenste bedieningsmethode kan worden gekozen, te weten „Search”, „Lock” of „Manual”. In de stand „Search” worden continu twee kanalen „afgetast” met een tijdsinterval van ongeveer 1 seconde. De ontvanger wordt vastgehouden op het kanaal, dat het eerst „in de lucht komt” en wel voor de duur van het ontvangen signaal vermeerderd met 10 seconden daarna.

Met toets „Lock” wordt de schakelautomaat ontkoppeld, terwijl de apparatuur wordt geblokkeerd op het in gebruik zijnde kanaal.

In de stand „Manual” wordt eveneens de schakelautomaat buiten werking gesteld en kan ieder gewenst kanaal met de hand worden gekozen.

De „Dual Channel Search Unit” is uitsluitend te gebruiken bij de afstandbediende radiotelefoons uit de Pye Westminster serie. De afmetingen van deze unit bedragen slechts  $17,8 \times 16,5 \times 7,6$  cm en het gewicht ca. 1,5 kg. Het geheel laat zich onder het dashboard van allerlei voertuigen monteren.

In de toekomst zullen waarschijnlijk ook uitvoeringen worden gefabriceerd, welke geschikt zijn voor marifoongebruik.

**OPERATIONELE VERSTERKERS  
MET FET-INPUT**



Model M501 is een serie nieuwe hybride operationele versterkers met FET-input van Analog Devices, die zijn ondergebracht in een hermetisch gesloten TO-8 behuizing en ontworpen als een economisch alternatief voor FET-input operationele versterkers.

Type M501D is een hybride operationele versterker met een FET-input schakeling, die zorgt voor een maximale ingangsstroom van 10 pA en een maximale stroomdrift van 1 pA/°C. Deze unit benadert de conventionele monolytische operationele versterkers wat afmetingen betreft, maar overtreft de discrete FET-input versterkers waar het gaat om „environmental” eigenschappen.

Toepassingen voor deze versterker liggen in het vlak waar schakelingen met een hoge Ri moeten worden gemeten, of stromen in het pA-gebied. De hermetisch afgesloten behuizing opent nu ook nieuwe wegen voor toepassingen in apparatuur als bufferversterkers, stroom naar spanningomzetters, integratoren „sample-and-hold” versterkers, enz.

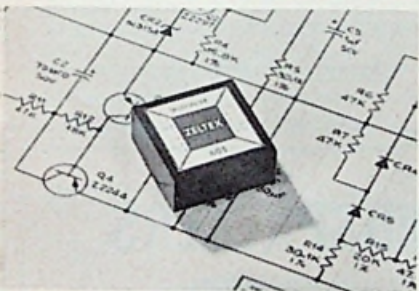
**Specificaties**

De belangrijke eigenschappen zijn onder meer 10 pA en 1 pA/°C maximale ingangsstroom en stroomdrift en een spanningsdrift van  $100 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  voor het type M501D. Verder een „full power output” frequentie van 70 kHz, een uitgangsspanning en -stroom van  $\pm 10$  V en 5 mA, een versterking van 25 000 bij volle belasting en een common mode rejectie van 10 000.

In de M501 serie worden nog een drietal andere typen aangeboden, ieder met verbeterde spanningsdrift, maar tegen een hogere prijs. Type M501A heeft een spanningsdrift van  $75 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  en een ingangsstroom van 10 pA, terwijl type M501C een spanningsdrift van  $25 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  en een ingangsstroom van 5 pA te bieden heeft.

Imp. Nederl.: Klaasing, Amsterdam.  
België: Genin, Brussel.

**VERMENIGVULDIGEN  
MET „MODEL 605”**



ZELTEX Inc. heeft een vermenigvuldiger op de markt gebracht waarmee zonder externe versterkers of componenten analoge vermenigvuldigingen of kwadraterbewerkingen kunnen worden uitgevoerd. De hierbij optredende fout is maximaal 2 % en kan tot 1 % worden teruggebracht door toevoeging van vier trimpot.-meters. De uitgangsruis is van 0 Hz tot 10 kHz kleiner dan 1 mV eff. Met toevoeging van een externe operationele versterker kunnen ook quotiënten en vierkantwortels worden berekend. Sch.

**Enige gegevens:**  
Maximale output 4 mA  
+ en -10 V bij  $E_{out} + XY/10$   
Schaal factor  $E_{out} + XY/10$   
Bandbreedte bij volle uitsturing 100 kHz  
Bandbreedte kleine signalen 500 kHz  
Slewing rate 6 V/ $\mu$ s  
Ingangsimpedantie x-ingang 33 k $\Omega$   
y-ingang 80 k $\Omega$   
Uitgangsimpedantie 1  $\Omega$  max.  
Voeding  $\pm 15$  Vdc ( $\pm 0,5$  %), 12 mA  
Imp. ANRU, Rotterdam

**ADVANCE INSTRUMENTS,  
Engeland**

presteerde het om twee elektronische tellers uit te brengen, TC-11 en TC-12, resp. met 4- en 5-cijferige digitale indicatie.

Volgens de gegevens zijn beide apparaten geschikt voor:

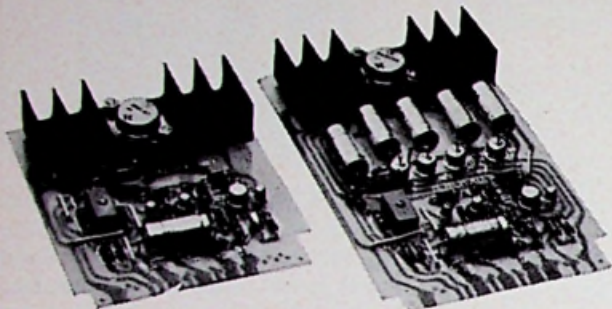
- a) **Frequentiemetingen**  
2 Hz - 15 MHz  
met poorttijden 0,1 ms - 1 s (TC-11);  
resolutie 1 Hz  
0,1 ms - 10 s (TC-12);  
resolutie 0,1 Hz
- b) **Tijdmetingen**  
10  $\mu$ s - 1 s (TC-11)  
10  $\mu$ s - 10 s (TC-12)  
met diverse input start-stop mogelijkheden.
- c) **Multi-perioden metingen**  
waarbij van 10 tot  $10^5$  perioden kan worden ingesteld (van 2 Hz - 100 kHz).  
Nauwkeurigheid bij alle metingen is ca 1 tel  $\pm$  de onnauwkeurigheid van de interne kristaloscillator (100 kHz;  $1:10^5$ )  
Input: vanaf 10 mV; 1 M $\Omega$ //18 pF  
Output: digitale code 8-4-2-1  
Afm. slechts 30  $\times$  15  $\times$  25 cm door moderne opbouw met IC's.



Imp. Nederl.: Heynen, Gennep.  
België: De Greef, Brussel-19.

# NIEUW!!! INPLUGVOEDINGEN

VOOR GEINTEGREERDE SCHAKELINGEN  
COUTANT ELECTRONICS LTD.



- \* stabilisatieverh.: 3000 : 1 voor  $\pm 10\%$  ingangsspanningsvariatie
- \* temperatuurbereik  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  tot  $+65\text{ }^\circ\text{C}$
- \* spanning 30 V max. - stroom 1,5 A max.
- \* kortsluitvast
- \* serie- en parallelschakelen mogelijk
- \* prijzen vanaf f 99,—.

**AIR-PARTS INTERNATIONAL N.V.**  
Haagweg 149 - Rijswijk (Z.H.) - Tel. (070) 98 93 92

# GELOSO - MILAAN

geluidsinstallaties voor elk doel

Tienduizenden Geloso-versterkers bewijzen dagelijks over de gehele wereld hun betrouwbaarheid en kwaliteit.



- meer dan 20 typen versterkers
- auto- en draagbare installaties
- kwaliteits-microfoons (cardioïde)
- membraanluidsprekers, ook voor muziek
- klankzuilen en luidsprekers in kast
- bandrecorders (o.a. cassette)
- megafoons en vele andere artikelen.

Dit enorme program vindt u in onze prijscourant, die wij u gaarne gratis toezenden. Adviezen geven wij ook ter plaatse.

**IMP. RED STAR RADIO N.V. - DEN HAAG**  
VAN GALENSTRAAT 5, TELEFOON 070 - 33 38 70

# AUDAX

## INBOUWLUIDSPREKERS

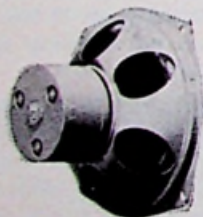
TOEPASSING:

PROF. - HiFi  
PROF. - INDUSTRIEEL  
INTERCOMSYSTEMEN  
PUBLIC ADRESSYST.



### MAATGEVEND OP ELK GEBIED

WFR17



30 - 10 000 Hz

T30PA16



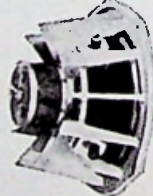
30 - 9000 Hz

F11RAG

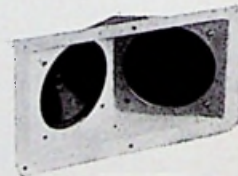


100 - 8000 Hz

WFR24



18 W  
20 - 5000 Hz



2TW2TW9




CIS

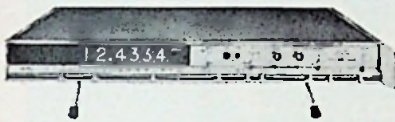
Vraag uitvoerige catalogus.

Agent voor Benelux: Ets. CLOFIS 539, Stwg. op Brussel Overijse/België. Tel. 02/57 18 05. Telex 22693  
CLOFIS Nederland: J. A. Gimberg, Jan ten Brinkstraat 89, Den Haag. Tel. 070 - 98 77 58.

Samenbundeling van het technologisch potentiëel van een grote verscheidenheid van zeer gespecialiseerde bedrijven :


# een nieuw begrip in de electronica

 Measurements Division



### ELECTRONISCHE TELLERS


Een compleet programma beginnend bij een simpel 12.5 MHz tellertje en doorlopend tot vol-automatische microgolf-tellers, tot frequenties van 40 GHz. Het programma omvat mini-tellers, draagbare tellers, thin-line (1 3/4" hoge) tellers voor systeembouw en tellers met plug-ins.

 Measurements Division



### DIGITALE VOLTMETERS


Een goedkope 3-digit paneel-voltmeter opent een reeks die zich uitstrekt tot 0.01 % universele meters voor wissel- en gelijkspanning, wissel- en gelijkstroom en weerstand. Alle types werken volgens het dual-slope integratie principe. Ook hier weer een mini-serie, een serie portables en een „thin-line” reeks voor systeembouw.

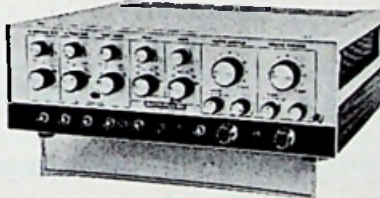
 Timing Instruments Division



### TIJD CODERINGSGENERATOREN EN -UITLEZERS, DIGITALE KLOKKEN

Ook in dit programma weer mini, draagbare en „thin-line” uitvoeringen. Voor documentaire tijdregistratie met milliseconde nauwkeurigheid. De tape search units localiseren geheel automatisch meetgegevens vanaf instrumentatie tape recorders.


 Datapulse Division



### PULSGENERATOREN

Universele pulsgeneratoren met snelle (1 nsec) stijgtijden, pulshalingsfrequenties vanaf 0.01 Hz tot 250 MHz, verschuifbare basislijn, complementaire uitgangen, instelbare stijg- en afvaltijden, volledig regelbare breedte en vertraging. Programmeerbare (computer compatible) types behoren tot het standaard programma.


Dit is slechts een deel van het (zeer) veel omvattende Systron-Donner programma. Complete documentatie op aanvraag.

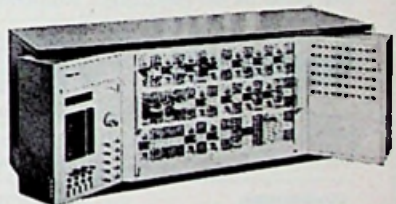
 Datapulse Division



### DATAGENERATOREN

Naast pulsgeneratoren levert Systron-Donner's Datapulse Division ook data (digitale woord of patroon) generatoren voor het simuleren van serie woorden, serie data, PCM- en pulsprogramma's. Woordlengtes tot 100 bits. Klokfrequenties tot 15 MHz.

 Computer Division

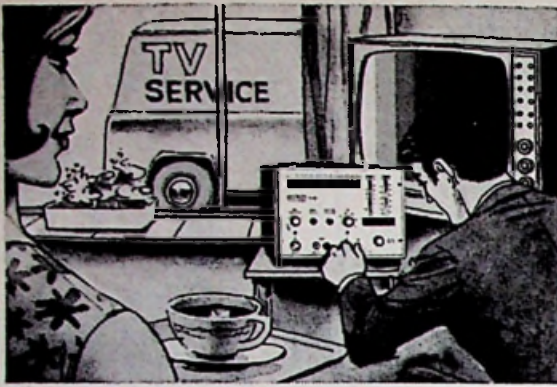


### ANALOGON REKENMACHINES

Ook op dit terrein is Systron-Donner sinds lang actief. Het programma omvat vier verschillende basismodellen : 3300 voor educatieve doeleinden, SD 10-20 met een maximum capaciteit van 22 versterkers, de SD-80 met max. 120 versterkers en de SD-80 H, een hybride computer.

**C.N. Rood n.v.** ELECTRONICA

Cort van der Lindenstraat 13, Rijswijk ZH, Tel. 070 - 99.63.60,\*



**nordmende meetapparatuur geeft uw service meetbaar meer resultaat.**

Met deze kleurbalkengenerator\* regelt u bij uw klant zowel zwart-wit- als kleurentelevise feilloos in. U maakt er een uitstekende indruk mee. Bekijk de prestaties en oordeel zelf. **Kleurbalkengenerator FG 387:** voor VHF, UHF en MF kleurbalkensignaal volgens EBU-norm  
8 trappen, gerangschikt naar aflopende helderheid naar keuze rood, groen of blauw beeldvlak.  
HF uitgang: VHF band I, III en MF / UHF band IV en V uitgangsspanning continu regelbaar  
4% variatie van lijn/rasterfrequentie signaal/impulsverhouding regelbaar.

\* Er is al een nordmende KTV-konvergentlegenerator vanaf f 265,-

Een greep uit het omvangrijke programma:



konvergentlegenerator  
GG 388



service-wobbulator SW 370/1



oscillograaf TO 368



buisvoltmeter URV 356/1



**koelrad nv**

Maalderij 19, postbus 45, Amstelveen, tel. 020-45 16 55, telex 13011



Bon

in open enveloppe (ongefrankeerd) zenden aan:

Koelrad nv, antwoordnummer 45, Amstelveen

Naam .....

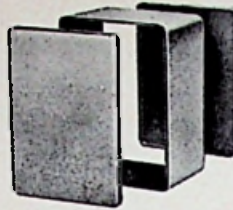
Adres .....

Plaats .....

vraagt geheel vrijblijvend uitvoerige inlichtingen over nordmende meetapparatuur.

Code 24

## Instrumentkasten Miniboxen



13 modellen - 28 maten  
5 uitvoeringen

Uit voorraad  
Zeer concurrerend  
Vraag prospectus  
met prijzen en maten

**Fa. Mutron**

handelsonderneming en elektronica-lab.  
Kapelstraat 16, Bussum  
Telefoon 02159 - 1 84 14

TOKYO en  
**Koyo**

PRECISIE-  
TRANSISTORRADIO'S

**BERMAN-ELEKTRONICA**

AMSTERDAM - ASPEREN - APeldoORN

Postadres: Berman-Elektronica Asperen  
Algemeen telefoonno.: (0 3451) 33 30

## Radio-Service Twenthe NV

GROENEWEGJE 14

DEN HAAG

wenst haar cliëntèle

*Prettige Kerstdagen*

*en een voorspoedig*

*Nieuwjaar*

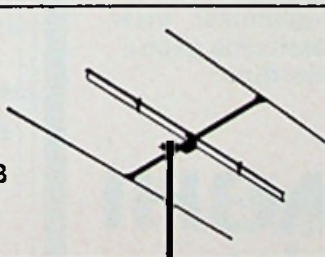


# Luisterrijk nieuws voor kieskeurige kenners van Stereo en FM.



*Optimale ontvangst bij Stereo of FM? Uw installatie is toch al perfect? Ja, maar zou het kunnen zijn, dat de Teweaf TF 0003 er nog aan ontbreekt? Binnen afzienbare tijd zullen alle Nederlandse FM-zenders geschikt zijn voor Stereo-uitzendingen. U weet dat voor ruisvrije Stereo-ontvangst een grotere signaalsterkte nodig is dan voor mono-ontvangst, dat voor onvervormde weergave de aanpassing van de antenne optimaal moet zijn. Dat alles kan alleen bereikt worden met antennes van topklasse. De Teweaf TF0003 is zo'n antenne. En met een haarzuivere prijs, want de TF0003 is gewoon de beste maar niet duurder dan een gewone! Met de Teweaf TF 0003 koopt u zekerheid, u heeft dan een antenne met uitnemende elektrische en mechanische eigenschappen. Ook handig in montage. Luister eens met de beste orendie er zijn. Om de prijs hoeft u het niet te laten. ZES EN DERTIG GULDEN (incl. O.B.)!*

TEWEAF TF 0003  
Versterking 5.5 dB,  
V/A verhouding 15 dB  
Impedantie 300 Ohm  
Prijs f 36.- incl. O.B.



Philips Nederland n.v., afd. Teweaf, postbus 408 Leiden

## PHILIPS





't stroomt  
U toe



't Stroomt U toe.

Hitachi batterijen zijn iets bijzonders. Door een 3-tal vindingen, tezamen het Hitachi GP-systeem genoemd, zijn de prestaties ongeëvenaard. Dat is geen advertentiekreet, maar een feit dat ieder koper zal ontdekken en dat wij met researchgegevens kunnen staven.

Hitachi batterijen zijn daarom niet alleen voor de zomaar-gebruiker, maar ook voor de meer professionele gebruiker. Ze zijn bovendien niet duur.

 **HITACHI**

imp : L. Wüst & Zoon N.V. Amsterdam  
de Flinesstraat 26 tel. 020 - 942044

**VOOR ONDERDELEN IN Z.O.-DRENTE**

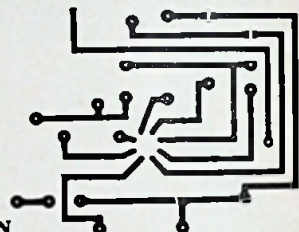
PHILIPS	<b>WILFORT</b> n.v.	BOEKEN EN
AMROH		TIJDSCHRIFTEN
SIEMENS	ITT	ANTENNES
	Postorders onder	EN
MONTAFLEX	rembours.	TOEBEHOREN
ENZ.	Dinsdag gesloten	

**EMMEN, Nijkampenweg 82, tel. C5910-1 37 72**

**ORIGINEEL BUNGARD PRINTPLAAT  
VOLGENS DIRECT POSITIEF PROCÉDÉ**

- \* economisch
- \* eenvoudig
- \* ook kleine formaten

Uitvoerige brochure  
gratis verkrijgbaar  
bij



Fa. **MUTRON**  
handelsonderneming en elektronica-lab.  
Kapelstraat 16, Bussum  
Telefoon 02159 - 1 84 14

**Bekende  
adressen te:**

**Enschede**



**AFDELING RADIO**  
Oldenzaalsestraat 94-96  
Tel. 1 51 69

**Den Haag**

**„Radio Gerrése“**  
Regentesseplein 27-30-31,  
Den Haag - Tel. 070 -  
32 59 16

Elektronisch centrum voor de radio-amateur. Gespecialiseerd in onderdelen, o.a. de Philips service-onderdelen uit voorraad leverbaar; ook goedkope buizen.

**Leeuwarden**

**RADIO BOUWMAN**

voor alle onderdelen  
Wortelhaven 87

Tel. 05100 - 2 82 14 - 3 38 04

**Ouderkerk a. d. Amstel**

**BINATONE**

6 of 12 V omschakelbaar  
accu-laadapparaat, 4 A, met  
meter. Onmisbaar voor elke  
auto- en bootbezitter. Prijs  
slechts f 27,50 incl. BTW.

**PETERS ELECTRONICS**

Amsteldijk N 138  
Ouderkerk a.d. Amstel

# het elektronica-onderwijs heeft u nodig

Het onderwijs in Nederland is de laatste maanden in verschillende week- en dagbladen kritisch beschouwd. In de Nieuwe Linie van 4 oktober 1969 verscheen een artikel met de kop „Alleen in Brits-Honduras slechter onderwijs”.

In Vrij Nederland, de Haagse Post en Het Parool verschenen eveneens artikelen, waarin harde noten werden gekraakt.

De malaise in het onderwijs is voor een groot deel terug te voeren op het feit, dat er in Nederland betrekkelijk weinig aan onderwijs-research en onderwijs-ontwikkeling wordt gedaan.

Ook de aandacht die er aan het elektronica-onderwijs wordt besteed is bijzonder gering. Er is o.a. een tekort aan bekwame leraren. Deze situatie zal voorlopig wel blijven bestaan. Dit betekent dat het elektronica-onderwijs grotendeels overgelaten zal worden aan particuliere instituten en bedrijfsscholen.

**Elektronica Opleidingen Dirksen is één van die particuliere instituten**

Wij willen goed opleiden. Wij willen voldoende basiskennis meegeven, maar basiskennis die op praktijk is gericht.

Wij willen geen formulespuiters afleveren, maar elektronici die weten hoe ze een probleem moeten aanpakken en moeten oplossen.

Om de kwaliteit van onze snelgroeïende opleidingen te kunnen handhaven zoeken wij:

## hogere elektronici en elektronica-technici

die enkele goed gehonoreerde avonden per maand beschikbaar willen stellen, om:

- lessen voor nieuwe cursussen samen te stellen, die passen in ons moderne onderwijssysteem, dat gericht is op maximale zelfwerkzaamheid van de leerling.
- lessen te geven in de reeds over heel Nederland verspreide en nog op te richten cursuscentra. Deze mondelinge lessen dienen ter ondersteuning van thuis doorgewerkte geprogrammeerde lessen en beluisterde geluidsbanden.

Wij hebben al cursussen voor:

**Basis-elektronicus  
Elektronica-monteur nerg  
Kleurentelevisie  
Transistorschakelingen**

Wij willen starten met cursussen voor:

**Middelbaar-elektronicus  
Digitale techniek  
Meet- en regeltechniek  
Radio/TV-technicus**

Voelt u hier in principe iets voor,  
bel ons dan.  
085-43 74 24.

# Elektronica opleidingen Dirksen

Parkstraat 25, Arnhem, tel. 085-437424

## BAIRD ATOMIC EUROPE NV

Moderne internationaal georiënteerde onderneming op het gebied van kernfysische en spectro-chem. meetinstrumenten, roept gegadigden op voor de functie van

### SERVICE ENGINEER

**op het niveau HTS-Elektronica of gelijkwaardig**

Zijn taak zal bestaan uit installatie en onderhoud van medisch-kernfysische meetapparatuur in geheel Europa, waarbij een ruime mate van zelfstandigheid vereist is.

Gedacht wordt aan een consciëntieus medewerker, die bereid is veelvuldig in het buitenland te reizen.

Ervaring met moderne digitale technieken en goede kennis van de Engelse en Duitse taal is noodzakelijk.

Belangstellenden nodigen wij uit schriftelijk te solliciteren bij de Directie op onderstaand adres

**VEENKADE 26-27 - DEN HAAG**

*Met een personeelsadvertentie in*

**RADIO ELECTRONICA**

*bereikt u de gehele elektronische sector in ons land*

## amanuensis

**Wat doet een amanuensis bij de HTS?**

Interessant werk. Hij is de man die bij ons (voornamelijk) elektronische apparatuur vervaardigt en repareert. Niet altijd even gemakkelijk misschien, maar wél het soort werk waar een echte technicus zijn hart aan kan ophalen.

Werken bij de HTS heeft overigens nog vele andere voordelen. Salaris volgens rijksregeling, opname in het (waardevaste) pensioenfonds, AOW voor rijksrekening, 6% vakantietoeslag en alle gelegenheid voor verdere studie.

De juiste man voor deze plaats is minstens 21 jaar, heeft een LTS diploma Elektrotechniek en enige praktische ervaring op het gebied van elektronika.

U kunt solliciteren met een korte brief of direkt bellen voor een afspraak met

de heer ir. W. G. Janssen,  
Hogere Technische School,  
G. J. de Jonghweg 6, Rotterdam.  
Telefoon 259924.



## NEDERLANDSE OMROEP STICHTING

In verband met de voortgaande uitbreiding van de technische televisie-installaties in studio's en reportagewagens zijn er bij de TECHNISCHE DIENST — TELEVISIE — twee vacatures namelijk voor een

### a. Onderhoudstechnicus studio

### b. Onderhoudstechnicus reportage

Tot de taak van deze medewerkers behoren alle werkzaamheden, die noodzakelijk zijn om de goede werking van de apparatuur zoveel mogelijk zeker te stellen.

Bij de afdeling Onderhoud Studio's kunnen de diensttijden onregelmatig zijn.

Voor beide functies is het diploma Radio Technicus NERG of een daarmee gelijk te stellen diploma vereist.



Uw schriftelijke sollicitatie wordt gaarne ingewacht door de N.O.S. afd. Personeelsvoorziening, Postbus 10 te Hilversum onder nr. TT/95.

Wij zijn een snel groeiende internationale handelmaatschappij. Binnen onze afdeling Elektronica houden wij ons bezig met de marketing van elektronische onderdelen, meetinstrumenten en apparatuur.

Inelco vertegenwoordigt op dit gebied wereldnamen als: RCA, SPRAGUE, TELONIC, KINGS, HEATH en andere.

In verband met aanzienlijke schaalvergroting van onze verkoopstaf zoeken wij een aantal technisch commerciële medewerkers voor de buitendienst voor de navolgende functies:

## **I TWEE SALES ENGINEERS AKTIEVE KOMPONENTEN**

Deze nieuwe medewerkers zullen worden ingezet bij de verkoop van buizen en halfgeleiders.

## **II SALES ENGINEER PASSIEVE KOMPONENTEN**

Deze nieuwe medewerker zal worden ingezet bij de verkoop van passieve componenten, waaronder condensatoren, weerstanden konnektors en dergelijke.

## **III SALES ENGINEER CTV APPARATUUR**

Deze nieuwe medewerker zal worden ingezet bij de verkoop van gesloten TV systemen waaronder kamera's, videorecorders, monitors etc.

De sales engineers zullen belast worden in samenwerking met onze produktspecialisten met de verkoop van de diverse produkten. Na een ruime inwerkperiode zal van de sales engineer verwacht worden dat hij kontakten met onze relaties onderhoudt en werkt aan verdere uitbreiding van onze relatiekring.

Voor alle bovengenoemde functies denken wij aan energieke, representatieve jonge mannen van omstreeks 25 jaar.

- opleiding MULO + MTS of Radio Technicus of gelijkwaardige technische opleiding.
- rijbewijs: BE.
- ervaring in verkoop van elektrische en elektronische produkten wordt op prijs gesteld maar is niet absoluut vereist. In dit laatste geval zal meer aandacht besteed worden aan de opleiding en begeleiding.

Aan geschikte kandidaten garanderen wij een ruim inkomen en goede sekundaire arbeidsvoorwaarden. Een auto wordt ter beschikking gesteld.

Uw sollicitaties worden met uiterste diskretie behandeld en worden gaarne (met pasfoto) ingewacht bij de directie van Inelco-Holland N.V., Postbus 7815, Amsterdam.

Rectificatie advertentie in RE no. 23

**Electronics Nederland N.V.** is een jong (3 jaar) Amsterdams bedrijf met nationale en internationale handelsactiviteiten op het gebied van radio's, T.V.'s en afspeel-apparatuur.

Het jonge bedrijf heeft ook jonge medewerkers. Per definitie houdt dit natuurlijk niet in dat een prettige werksfeer gegarandeerd is, hoewel dit eigenaardig genoeg wel het geval is. Alles draait wat je noemt "lekker". Iedereen spant zich in. De resultaten zijn er dan ook naar. Toch moeten we soms op bepaalde ontwikkelingen vooruitlopen.

Zoals in het geval van de in- en verkoop van onderdelen en de afwikkeling van reparaties. Daar zoeken we nog een ambitieuze medewerker voor. Met 'n radio-technische opleiding, beetje administratieve kennis en een organisatorisch vermogen. Gewoon iemand die logisch en helder de dingen ziet en aanpakt.

Enfin, u weet nu wie wij zoeken en graag willen hebben.

## Hoofd afwikkeling reparatie in- en verkoop onderdelen

Wilt u zo vriendelijk zijn voor een afspraak de Heer de Waal te bellen?

Uiteraard mag u ook schriftelijk reflecteren.



Electronics Nederland N.V., Van Hallstraat 183, Amsterdam, Tel. 12 54 04.

## TECHNISCH BEDRIJF HUYSER

Klein gespecialiseerd bedrijf van elektronica-onderdelen.

Zoekt een **ASS. BEDRIJFSLEIDER**

die bereid is mee te werken in het productie-proces.

Vereist: UTS affd. elektronica; MULO met kennis van elektronica; of gelijkwaardige opleiding.

Leeftijd van 23—45 jaar.

Sollicitaties te richten aan ons adres: Hoogstraat 102, Schiedam, tel. 010 - 26 76 87.

## MAX WOLFF N.V. TILBURG

VRAAGT voor de steeds toenemende produktie van universele televisie-apparaten ten behoeve van een Europese grootindustrie:

### a. Bedrijfsleider/directie-assistent

Ingenieur of gekwalificeerde technicus, met ervaring in meernormen televisietechniek en moderne produktiemethoden.

Organisatietalent en beheersing van de Duitse taal wordt zeer op prijs gesteld, doch niet vereist.

### b. assistent bedrijfsleider

UTS-niveau met ruim inzicht in de televisie- en transistorteknik.

### c. technici voor afregeling en controle

Vereist wordt gedegen kennis, ervaring en vooral grote accuratesse.

Leeftijd van minder belang dan werklust en betrouwbaarheid.

Salariëring in overeenstemming met de functie, nader overeen te komen.

Ruime gelegenheid tot inwerken, te verzorgen door een ingenieur van bedoelde grootindustrie.

Sollicitaties, die zeer discreet zullen worden behandeld, schriftelijk onder vermelding van huidige functie, te richten aan:

**MAX WOLFF N.V., SPOORLAAN 312 - TILBURG**

## Universiteit van Amsterdam

vraagt voor het  
Farmacologisch Laboratorium

**h.t.s.-er**  
(elektrotechniek of  
elektronica)



liefst met enkele jaren  
ervaring, die zal worden  
belast met het ontwerpen,  
bouwen en onderhouden van  
elektronische apparatuur ten  
behoefte van het onderzoek op  
het laboratorium.

Schriftelijke sollicitaties te  
richten aan de hoogleraar-  
directeur van het  
Farmacologisch Laboratorium,  
Polderweg 104, Amsterdam-  
Oost.



Dynamische tak van het wereldwijde Philips concern is de Centrale Service Organisatie.  
Haar taak: contacten onderhouden met alle landen waar Philips een nationale organisatie of een agent heeft. Doel van die contacten: nazorg van alle consumentenprodukten.  
Van kleurentelevisie tot en met scheerapparaten.  
Medewerkers van de CSO bewegen zich op ondermeer technisch, commercieel, promotioneel, logistisch (automatie) en administratief terrein.

Wij zoeken

## 5 goede HTS-ers E

Zij krijgen een

# opleiding tot assistent service- manager of service-manager

Zijn opleiding\* duurt ongeveer twee jaar. Op het programma staan naast technische vakken: economie, administratie, budgettering, calculatie, statistiek, bedrijfskunde, arbeidsanalyse, materials handling.

Daarbij komt: praktijkwerk ondermeer in de werkplaatsen van de Technische Diensten van Philips Nederland. Evenals korte praktijkopdrachten binnen Europa. Mogelijkheden na succesvolle beëindiging van de opleiding: uitzending naar het buitenland (afhankelijk van ambitie en vacatures) in een zelfstandige leidinggevende functie of aanstelling bij de Centrale Service Organisatie in Eindhoven.

Wij denken aan: HTS-ers E met: liefst kennis van radio- en televisietechniek, kennis van elektronika, commerciële instelling, goede kennis moderne talen.

\* Deze opleiding is allround en geschiedt onder normale arbeidsvoorwaarden in een sector met grote uitgroeimogelijkheden.

Bent u één van de vijf?

Schrijf naar:  
Philips Personeelzaken,  
Willemstraat 20, Eindhoven.  
onder referte aan nummer  
69205.

# HOGERE ELECTRONICI en ELECTRONICA TECHNICI

Ons Electronisch IJk Laboratorium beschikt over een uitgebreid scala van meetapparatuur van zeer hoge nauwkeurigheid, geschikt voor de meest moderne elektronische technieken.

Door dit laboratorium worden modifikatie-, kallibratie- en reparatiewerkzaamheden uitgevoerd aan elektronische testapparatuur van zowel interne als externe gebruikers, in het laatste geval soms ter plaatse.

Door toenemende uitbreiding van opdrachten wensen wij de bezetting uit te breiden met Hogere Electronici en Electronica Technici met belangstelling voor en ervaring in de volgende onderwerpen:

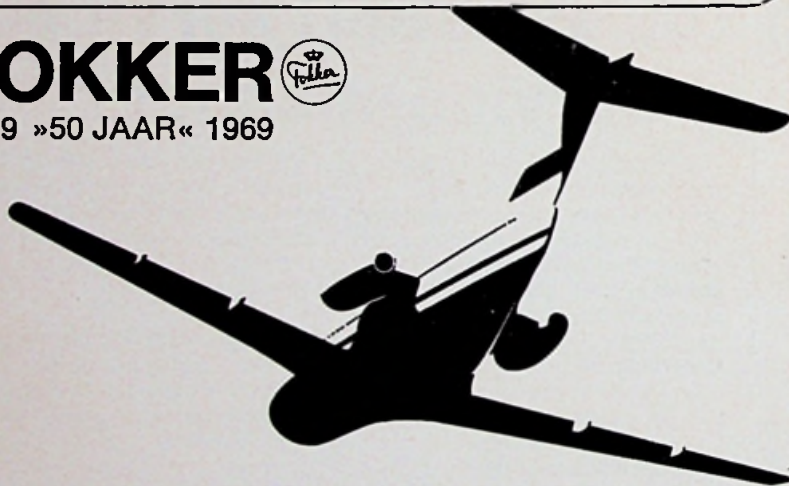
- digitale technieken
- het microgolf gebied
- besturingstechnieken

Eigenhandig geschreven sollicitaties met vermelding van de letters SL in de rechterbovenhoek, te zenden aan onze afdeling Personeelszaken, postbus 7600, Luchthaven Schiphol-Oost.

N.V. KONINKLIJKE NEDERLANDSE VLIEGTUIGENFABRIEK FOKKER

## FOKKER

1919 »50 JAAR« 1969



## ERRÉTJES

90 cent per regel  
Abonnees éénmaal per jaar  
de eerste 3 regels gratis  
Administratiekosten f 0,60

### Aangeboden

Enige REVOX BANDRECORDERS, type A77. Prijzen nader overeen te komen. Tel. 040 - 2 39 16.

SEMCOSSET 5 banden amateurontvanger, 80, 40, 20, 15 en 10 meter, stalen kast, stab. voeding, S-meter, prijs f 350,-. C. Nijhoff, vóór 17 uur. 010 - 26 90 51, toestel 51.

BEELDBUISTESTERS, nu binnen ieders bereik. Adviesprijs f 225,-, incl. 12 % OB t.m. 15 jan. 1970 f 195,- incl. Eurotron beeldbuister: test, regenereert en heft sluitingen op bij elke beeldbuis. Documentatie wordt op aanvraag toegestuurd. Verzending alleen, onder rembours. G. Mannebeek, Kl. Linderesweg 54. Enschede.

2 i.g.st.z. SCOOPBUIZEN VCR525 (CU 1025) tesamen f 48,-. Brieven onder no. RE 2056, bureau dezer.

HALLICRAFTERS zend./ontv. CB-3A (27 MHz) 12 V en 115 V. Buizenmodel met 8 kan. 2 kan. aangesloten (11 en 19). Met documentatie. f 165,-. Communicatie-ontvanger Hallicrafters S-77A 0,5 - 44 MHz, 4 banden, BFO, noise limiter, ing. speaker, RF-AF-regeling etc. Met documentatie f 175,-. PYE ontvanger 34,3 MHz met voeding, squelch, x-tal etc. f 55,-. v. d. Heem zend./ontv. 165 MHz (portofoon) met telehand, omvormer 6 V, x-tal etc. f 65,-. Splitsversterker (140 - 185 MHz) 6-voudige uitgang, E88CC s.q., ing. voeding 220 V. Nieuw f 50,-. PAØTLX tel. (070) 54 88 34 na 19.00 uur.

### CARILLON FILMS nv

vraagt voor haar dynamische Productie Groep in Amsterdam:

- a) Assistent(e) film-montage
- b) Assistent voor geluid en projectie

Schriftelijke sollicitaties te richten aan:

**FILMPARTNERS nv**

DUIVENDRECHTSEKADE 86 - AMSTERDAM

### ZELDZAAM AANBOD

Zeer bekend radio-TV-bedrijf ter overname aangeboden. (Oosten des lands).

Zonder voldoende middelen onnodig te reflecteren.

Brieven nummer RE 2061, bureau van dit blad.



Aan de training van vliegers en boordwerktuigkundigen wordt door iedere luchtvaartmaatschappij de grootste zorg besteed.

Tot de belangrijkste hulpmiddelen voor de training behoren de vluchtnabootsers (flightsimulators), waar de bemanningen vertrouwd worden gemaakt met alle werkzaamheden die tijdens de vlucht worden uitgevoerd.

Regelmatig komt iedere vlieger en boordwerktuigkundige in de vluchtnabootsers zijn vaardigheid opfrissen.

De vluchtnabootsers zijn getrouwe kopieën van de vliegtuigcockpit.

De meeste instrumenten zijn echte vliegtuiginstrumenten.

De krachten op de stuurorganen worden precies nagebootst. De geluiden, door luidsprekers voortgebracht, geven de vlieger de indruk dat hij de motoren hoort. Zelfs de cockpitbewegingen worden nagebootst.

De vluchtnabootsers worden gestuurd door moderne, snelle digitale computers.

Voor de B 747 jumbojet en de DC-10 vliegtuigen komen nieuwe vluchtnabootsers, die elk miljoenen guldens kosten.

Voor het onderhoud van deze vluchtnabootsers zoekt de KLM

# technici

De onderhoudstechnici moeten een goede kennis hebben van elektronica (speciaal logica schakelingen), Boolean logic en servosystemen en bij voorkeur enige ervaring op dit gebied. Goede kennis van de Engelse

taal is vereist.

Belangstellenden wordt verzocht hun schriftelijke sollicitatie onder nr. 900 RE te richten aan KLM, afdeling Werving en Selectie, Postbus 7700, luchthaven Schiphol.





## RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT

Bij het LABORATORIUM voor RUIJMTTE-ONDERZOEK van het Sterrekundig Instituut der Rijksuniversiteit Utrecht, bestaat een vacature voor een

### Magazijnmeester

wiens taak het zal worden het beheer te voeren over het magazijn van elektronische instrumenten, componenten en materialen.

Tevens zal tot zijn taak behoren de inspectie van inkomende componenten en materialen, alsmede het in orde houden van de technische documentatie.

Ervaring op dit gebied en het bezit van het monteursdiploma NERG is gewenst.

Geschreven sollicitaties (bij voorkeur met pasfoto) te richten aan de personeelsafdeling van het Sterrekundig Instituut, Zonnenburg 2, Utrecht.

## RIJKSUNIVERSITEIT LEIDEN

De WERKGROEP KOSMISCHE STRALING zoekt een

### Elektronicus

op het niveau Elektronica Technicus NERG of gelijkwaardig.

Hij zal deel uitmaken van een team elektronici die, t.b.v. het ruimte-onderzoek van de Werkgroep, space-qualified elektronica vervaardigt.

Aanstelling volgens rijksnormen.

Schriftelijke sollicitaties te richten aan het Hoofd van de Afdeling Personeelszaken der Rijksuniversiteit, Stationsweg 46 te Leiden onder vermelding van no. 338.

## CHARLES GOFFIN N.V.,

Handel in Wetenschappelijk Instrumenten en Laboratoriumbenodigdheden

vraagt, voor uitbreiding van de technische service-afdeling, een

### ELEKTRONISCH TECHNICUS

met commerciële belangstelling, voor de binnen- en buitendienst.

Gewenste opleiding: op het niveau van HTS-E, eventueel PBNA Hoger Radio Technicus of Radio Technicus NERG.

Enige jaren praktische ervaring is noodzakelijk.

Een goede handvaardigheid, alsmede een redelijke kennis van de Engelse en Duitse taal wordt verwacht.

Leeftijd: tussen 22 en 30 jaar.

Rijbewijs B-E.

Geboden wordt een functie met verantwoordelijk en afwisselend werk aan kostbare apparatuur, zoals: infrarood en UV-VIS, spectrofotometers, gaschromatografen, radio-isotopen apparatuur etc.

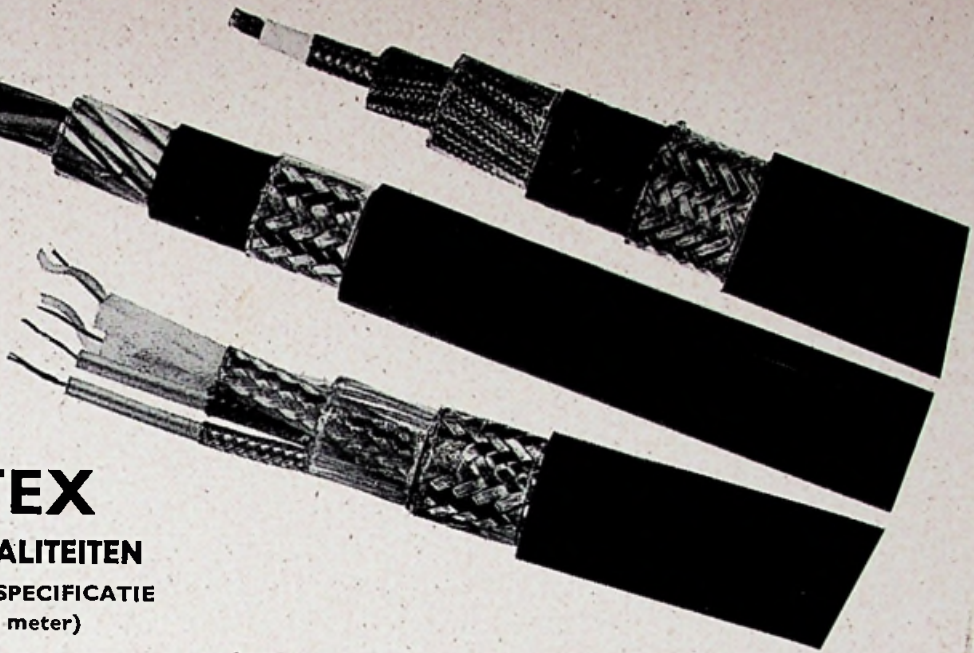
Eigenhandig geschreven sollicitaties, met goedgelijkende pasfoto, te richten aan de directie van Charles Goffin N.V., Wilhelminalaan 7, De Bilt (U).

Discretie verzekerd.

# FILOTEX

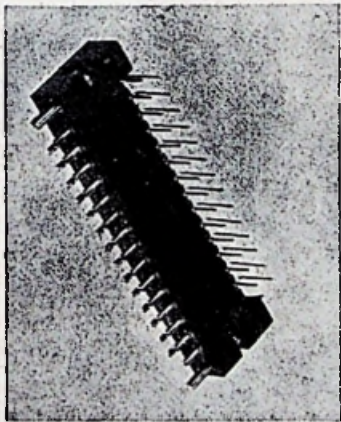
## KABELSPECIALITEITEN

VOLGENS UW SPECIFICATIE  
(min. afname 250 meter)



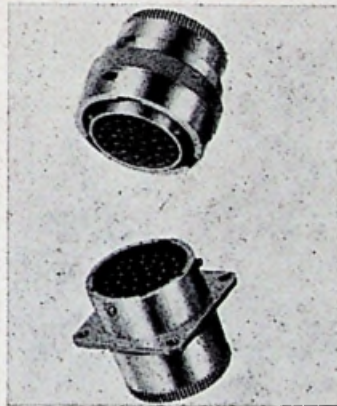
## KONNEKTORS

# SOURIAU



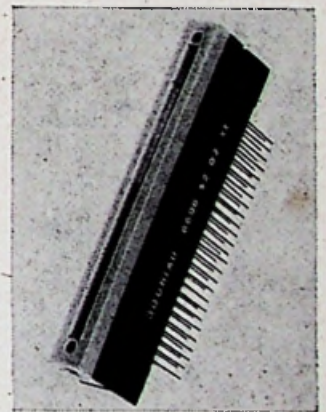
### SERIE 8615

Konnektor voor gedrukte  
bedrading,  
Kontaktraster 2,54 en 5,08 mm,  
11 - 17 - 23 - 29 - 41 en 47-polig.



### SERIE 85

Miniatuur-Konnektor volgens:  
MIL. C26482C (U.S.A.)  
PRL. 54125 (Fr.)  
LN. 29500 (Dld.)



### SERIE 8606

Directe Konnektor;  
voor gedrukte bedrading; kon-  
taktraster 2,54 mm; aantal kon-  
takten 52 (2 x 26) 86 (2 x 43);  
stroomsterkte per kontakt:  
max. 3 A; bedrijfsspanning  
200 V; kontaktweerstand bij 20  
mA en 20 mV:  $\leq 10 \text{ m}\Omega$ ; iso-  
latieweerstand  $\geq 5000 \text{ M}\Omega$ .



**S · E · B · S**  
**NEDERLAND**

EENDRACHTSWEG 68  
ROTTERDAM-2  
TELEFOON 010-13 25 64\*  
TELEX 24 0 50

# Nieuwe complementaire NPN/PNP vermogens- transistoren met Kleuren Kode van General Electric

Thans zijn leverbaar van General Electric - twee nieuwe 1-Amp. en 3-Amp. paren complementaire vermogens-transistoren tegen lage prijzen.

Deze NPN/PNP paren hebben een lage verzadigings-spanning, een uitstekende lineaire versterking en een snel schakel-vermogen... dit alles in een aantrekkelijke behuizing tegen een aantrekkelijke prijs. Het platte siliconen huis van GE met de bekende "koelplaat" is stevig genoeg om weerstand te bieden aan ruw gebruik en het kan met zijn nieuwe op 0,025 inch van elkaar geplaatste aansluitstiften ook nog gemakkelijk worden omgevormd in TO-66 of TO-5 configuraties. En, om verwisseling bij de montage geheel uit te schakelen, elk type is geperst in een duidelijk te onderscheiden kleur.

De nieuwe GE complementaire vermogens-transistoren zijn ideaal voor toepassing in alle Klasse B versterker-schakelingen zowel in autoradio's, bandrecorders, platenspelers, als in televisie en stereo-versterkers met een uitgaand-vermogen van 3 tot 20 W. Zij zijn verder ook geschikt voor gebruik als "driver" voor transistoren van grotere vermogens en in tal van andere toepassingen.

Het 2,1 W vermogen met koelplaat in vrije luchtcirculatie laat een simpele print-montage zonder verdere koeling toe. Met verdere koeling kan een dissipatie tot 12 W worden bereikt. Een goede werking op deze niveaux. — dat is het wat u verwachten kunt van General Electric. de toonaangever op het gebied van vermogens-transistoren.

Type : Nieuw	D40D (NPN)	D41D (PNP)	D42C (NPN)	D43C (PNP)
Oud	D28D	D31B	D27C	D27D
IC continu	1A 1.5A		3A 5A	
VCE (verz.) Max.	0,5V bij 0,5A		0,5V bij 1A	
VCEO Max.	30V, 45V en 60V		30V, 45V en 60V	
Totale dissipatie in vrije lucht bij 25° met koelplaat bij 25° C	1,25W		2,1W	
hFE (min.)	6,0W 50 bij 0,1A/2V 10 bij 1A 2V		12,0W 40 bij 0,2A/1V 20 bij 1A/1V	
ET (gem.)	60MHz		45MHz	

\* Op aanvraag ook leverbaar met hFE min. = 20 bij 2A/1V

Prijzen en Specificaties: 50.61 (D42C); 50.62 (D43C); 50.63 (D40D)  
worden gaarne verstrekt.

40-28

GENERAL  ELECTRIC

Handelsmerk



MIJNSSSEN INGENIEURS,  
AMSTERDAM  
POSTBUS 123 - TEL. 020 - 23 95 43

